

PROBLEMAS TEMA 2

1.- Sean dos implementaciones de la misma arquitectura del repertorio de Instrucciones. La máquina A tiene un ciclo de reloj de 10 ns, y un CPI de 2.0 para un Programa. La máquina B su ciclo es de 20 ns y el CPI de 1.2 para el mismo Programa. ¿Que máquina es mas rápida para este Programa y cuanto ?

2.- Un diseñador de Compiladores está tratando de decidir entre dos secuencias de Código para una máquina particular. El Hardware da las siguientes características

Clase de Instrucción	CPI para este tipo
A	1
B	2
C	3

Para una sentencia particular de un HLL el diseñador del Compilador está considerando dos secuencias de Código que requieren los siguientes recuentos de Instrucciones

Secuencia de Código	Recuento de Instrucciones para cada tipo		
	A	B	C
1	2	1	2
2	4	1	1

¿Que secuencia de Código ejecuta mas Instrucciones?; Cual será la mas rápida?; ¿Cual es el CPI para cada secuencia?

3.- Considerar la máquina con tres clases de Instrucciones (A, B y C) con las medidas de CPI del ejemplo anterior. Suponer que medimos el Código para el mismo Programa con dos Compiladores dando los datos

Código de	Recuento de Instrucciones (millones)		
	A	B	C
Compilador 1	5	1	1
Compilador 2	10	1	1

Suponiendo la frecuencia de reloj de 100 MHz. ¿Que secuencia de Código se ejecutará con mayor rapidez de acuerdo con los MIPS?. ¿De acuerdo con el tiempo de ejecución?.

4.- Considerar dos implementaciones diferentes, M1 y M2, del mismo Repertorio de Instrucciones. Hay cuatro clases de Instrucciones (A, B, C y D) en el Repertorio.

M1 tiene una Frecuencia de reloj de 50 MHz y el número medio de ciclos para cada clase es como se indica

Clase	CPI de cada clase
A	1
B	2
C	3
D	4

M2 tiene una Frecuencia de reloj de 75 MHz y El número medio de ciclos para cada clase es Como se indica

Clase	CPI de cada clase
A	2
B	2
C	4
D	4

- a)¿Cuales son los rendimientos de pico máximos de M1 y M2, expresados como Instrucciones por segundo?.
 b)Si todas las Instrucciones se ejecutan por igual; ¿Cuantas veces es M2 más rápida que M1?.

PROBLEMAS TEMA 2

5.- Suponiendo los mismos datos que el problema anterior (CPIs y distribución de instrucciones); ¿ A que frecuencia de reloj de M1 tendría el mismo rendimiento que M2 a 75 MHz?

6.- Hay dos diseños de máquinas; una con Hardware especial de punto flotante (MPF) y otra sin él (MNPF). Considerar un programa con la siguiente distribución de Operaciones

Producto en punto flotante	10%
Suma " " "	15%
División " " "	05%
Instrucciones enteras	70%

La máquina MPF implementa directamente las distintas operaciones en PF en los siguientes ciclos de reloj

Producto en punto flotante	6 ciclos
Suma " " "	4 "
División " " "	20 "
Instrucciones enteras	2 "

La máquina MNPF emula las operaciones en PF con Instrucciones enteras. El número de estas para cada una de las operaciones en PF son

Producto en punto flotante	30 operaciones enteras
Suma " " "	20 " "
División " " "	50 " "

- a) Suponiendo que ambas máquinas tienen un mismo reloj de 50MHz, ¿ MIPS nativos para ambas máquinas?
- b) Si la máquina MPF necesita 300.000 Instrucciones para un Programa; ¿Cuantas Instrucciones enteras necesita la máquina MNPF para el mismo Programa?
- c) Cual es el tiempo de ejecución (en segundos) para el Programa en las máquinas MPF y MNPF?.
- d) Suponiendo que todas las operaciones en PF cuentan por igual (1) y para este Programa: ¿Cuales son los MFLOPS para MPF y MNPF?.

7.- Se diseña un Procesador y un Compilador y se tiene que decidir si se tiende a mejorarlo o no. El equipo de diseño del hardware tiene las siguientes opciones:

- Máquina Mbase: la que hay con un Reloj de 50 MHz y los siguientes Valores de CPI y frecuencia para Las distintas Instrucciones	Tipo de Inst.	CPI	Frecuencia
	A	2	40%
	B	3	25 %
	C	3	25 %
	D	5	10 %

- Máquina Mopt: mejorada, con un Reloj de 60 MHz y los siguientes Valores de CPI y frecuencia para Las distintas Instrucciones	Tipo de Inst.	CPI	Frecuencia
	A	2	40%
	B	2	25 %
	C	3	25 %
	D	4	10 %

- a) ¿Cual es el CPI para cada Máquina?
- b) ¿Cuales son los MIPS nativos de Mbase y Mopt?
- c) ¿Cuantas veces es más rápida Mopt que Mbase?

PROBLEMAS TEMA 2

8.- Para el ejemplo anterior el equipo de compilación propone una mejora del compilador para la Mbase. Con esto se puede hablar de una nueva máquina Mcomp que obtiene mejoras respecto a la Mbase. Estas mejoras se estiman en:

Clase de Instrucción	% de Instrucciones ejecutadas frente a Mbase
A	90%
B	90%
C	85%
D	95%

- a) ¿Cuál es el CPI de la máquina Mcomp?
- b) ¿Cuántas veces es más rápida Mcomp que Mbase?
- c) Implementando las mejoras hardware y del compilador se obtiene la máquina Mamb. ¿Cuántas veces es más rápida la máquina Mamb que Mbase?

$$t_{ejec} = NI \times CPI \times T = \sum_{i=1}^n (CPI_i \times I_i) \times T$$

$$CPI_{medio} = \frac{\sum_{i=1}^n CPI_i \times I_i}{NI}$$

$$MIPS = \frac{F_{reloj}}{CPI \times 10^6} = \frac{NI}{t_{ejec} \times 10^6}$$

$$MFLOPS = \frac{NI_{PF}}{t_{ejec} \times 10^6} = \frac{f_{reloj}}{CPI \times 10^6}$$

1.- Sean dos implementaciones de la misma arquitectura del repertorio de Instrucciones. La máquina A tiene un ciclo de reloj de 10 ns, y un CPI de 2.0 para un Programa. La máquina B su ciclo es de 20 ns y el CPI de 1.2 para el mismo Programa. ¿Que máquina es mas rápida para este Programa y cuanto?

$$T_A = 10 \text{ ns}$$

$$CPI_{A \text{ medio}} = 2$$

$$NI_A = NI_B = NI$$

$$T_B = 20 \text{ ns}$$

$$CPI_{B \text{ medio}} = 1.2$$

$$\left. \begin{array}{l} t_{ejec_A} = NI \times 2 \times 10 = 20 NI \text{ (seg)} \\ t_{ejec_B} = NI \times 1.2 \times 20 = 24 NI \end{array} \right\} \quad \begin{aligned} \frac{t_{ejec_B}}{t_{ejec_A}} &= \frac{24}{20} = 1.2 \rightarrow B \text{ es un } 20\% \text{ más rápido que A} \\ \frac{t_{ejec_A}}{t_{ejec_B}} &= \frac{20}{24} = 0.83 \rightarrow A \text{ es un } 17\% \text{ más lento que B} \end{aligned}$$

2.- Un diseñador de Compiladores está tratando de decidir entre dos secuencias de Código para una máquina particular. El Hardware da las siguientes características

Clase de Instrucción	CPI para este tipo
A	1
B	2
C	3

Para una sentencia particular de un HLL el diseñador del Compilador está considerando dos secuencias de Código que requieren los siguientes recuentos de Instrucciones

Secuencia de Código	Recuento de Instrucciones para cada tipo			Total
	A	B	C	
Compilador 1	2	1	2	5
Compilador 2	4	1	1	6

¿Que secuencia de Código ejecuta mas Instrucciones?; Cual será la mas rápida?; ¿Cual es el CPI para cada secuencia?

$$t_{ej_1} = [(1 \text{ ciclo} \times 2 \text{ inst}) + (2 \text{ ciclos} \times 1 \text{ inst}) + (3 \text{ ciclos} \times 2 \text{ inst})] \times T = 10T \text{ s}$$

$$t_{ej_2} = \frac{[(1 \text{ ciclo} \times 4 \text{ inst}) + (2 \text{ ciclos} \times 1 \text{ inst}) + (3 \text{ ciclos} \times 1 \text{ inst})]}{[(1 \text{ ciclo} \times 2 \text{ inst}) + (2 \text{ ciclos} \times 1 \text{ inst}) + (3 \text{ ciclos} \times 2 \text{ inst})]} \times T = \frac{9T}{10} \text{ s}$$

$$CPI_A = \frac{NI}{[(1 \text{ ciclo} \times 4 \text{ inst}) + (2 \text{ ciclos} \times 1 \text{ inst}) + (3 \text{ ciclos} \times 1 \text{ inst})]} = \frac{NI}{9} = 5 = 2$$

$$CPI_B = \frac{NI}{[(1 \text{ ciclo} \times 2 \text{ inst}) + (2 \text{ ciclos} \times 1 \text{ inst}) + (3 \text{ ciclos} \times 2 \text{ inst})]} = \frac{NI}{10} = 6 = 1,5$$

3.- Considerar la máquina con tres clases de Instrucciones (A, B y C) con las medidas de CPI del ejemplo anterior. Suponer que medimos el Código para el mismo Programa con dos Compiladores dando los datos

Código de	Recuento de Instrucciones (millones)		
	A	B	C
Compilador 1	5	1	1
Compilador 2	10	1	1

Suponiendo la frecuencia de reloj de 100 MHz. ¿Que secuencia de Código se ejecutará con mayor rapidez de acuerdo con los MIPS?. ¿De acuerdo con el tiempo de ejecución?.

$$CPI_A = \frac{7}{[(1 \text{ ciclo} \times 5 \text{ inst}) + (2 \text{ ciclos} \times 1 \text{ inst}) + (3 \text{ ciclos} \times 2 \text{ inst})]} = 1,43$$

$$CPI_B = \frac{12}{[(1 \text{ ciclo} \times 10 \text{ inst}) + (2 \text{ ciclos} \times 1 \text{ inst}) + (3 \text{ ciclos} \times 1 \text{ inst})]} = 1,25$$

$$CPI_B = \frac{12}{[(1 \text{ ciclo} \times 2 \text{ inst}) + (2 \text{ ciclos} \times 1 \text{ inst}) + (3 \text{ ciclos} \times 2 \text{ inst})]} = 1,25$$

$$MIPS_1 = \frac{100 \times 10^6}{1,43 \times 10^6} = 69,93 \text{ MIPS}$$

$$MIPS_2 = \frac{100 \times 10^6}{1,15 \times 10^6} = 80 \text{ MIPS}$$

$$t_{ej_1} = \frac{NI_1}{MIPS_1 \times 10^6} = \frac{7}{69,93 \times 10^6} = 0,1001 \text{ seg}$$

$$t_{ej_2} = \frac{NI_2}{MIPS_2 \times 10^6} = \frac{12}{80 \times 10^6} = 0,15 \text{ seg}$$

$\left. \begin{array}{l} \text{el más rápido depende} \\ \text{del tiempo de ejecución} \end{array} \right\}$

4.- Considerar dos implementaciones diferentes, M1 y M2, del mismo Repertorio de Instrucciones. Hay cuatro clases de Instrucciones (A, B, C y D) en el Repertorio.

M1 tiene una Frecuencia de reloj de 50 MHz y el número medio de ciclos para cada clase es como se indica

Clase	CPI de cada clase
A	1
B	2
C	3
D	4

M2 tiene una Frecuencia de reloj de 75 MHz y El número medio de ciclos para cada clase es Como se indica

Clase	CPI de cada clase
A	2
B	2
C	4
D	4

- a) ¿Cuáles son los rendimientos de pico máximos de M1 y M2, expresados como Instrucciones por segundo?
 b) Si todas las Instrucciones se ejecutan por igual; ¿Cuántas veces es M2 más rápida que M1?

$$CPI_{medio\ M1} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$CPI_{medio\ M2} = \frac{12}{4} = 3$$

$\left. \begin{array}{l} \text{Preferencia de datos} \\ \text{M2 es más rápido} \end{array} \right\}$

$$MIPS_1 = \frac{50 \times 10^6}{2,5 \times 10^6} = 20 \text{ MIPS}$$

$$MIPS_2 = \frac{75 \times 10^6}{3 \times 10^6} = 25 \text{ MIPS}$$

$\left. \begin{array}{l} \frac{MIPS_{M2}}{MIPS_{M1}} = \frac{25}{20} = 1,25 \\ M2 es 25\% \text{ más rápido que M1} \end{array} \right\}$

5.- Suponiendo los mismos datos que el problema anterior (CPIs y distribución de instrucciones); ¿ A que frecuencia de reloj de M1 tendría el mismo rendimiento que M2 a 75 MHz?

$$\frac{MIPS_{M1}}{X} = \frac{MIPS_{M2}}{75 \cdot 10^6}$$

$$\frac{25 \cdot 10^6}{3 \cdot 10^6} = X ; X = 62,5 \text{ MHz}$$

6.- Hay dos diseños de máquinas; una con Hardware especial de punto flotante (MPF) y otra sin él (MNPF). Considerar un programa con la siguiente distribución de Operaciones

Producto en punto flotante	10%
Suma " " "	15%
División " " "	05%
Instrucciones enteras	70%

CPI

La máquina MPF implementa directamente las distintas operaciones en PF en los siguientes ciclos de reloj

Producto en punto flotante	6 ciclos
Suma " " "	4 "
División " " "	20 "
Instrucciones enteras	2 "

La máquina MNPF emula las operaciones en PF con Instrucciones enteras. El número de estas para cada una de las operaciones en PF son

Producto en punto flotante	$30 \times 0,1$	operaciones enteras	$\frac{CPI}{60 \text{ ciclos}}$
Suma " " "	$20 \times 0,15$	" "	40
División " " "	$50 \times 0,05$	" "	100
	$10 \rightarrow 0,7$	19,2	

- a) Suponiendo que ambas máquinas tienen un mismo reloj de 50MHz, ¿ MIPS nativos para ambas máquinas?
- b) Si la máquina MPF necesita 300.000 Instrucciones para un Programa; ¿Cuantas Instrucciones enteras necesita la máquina MNPF para el mismo Programa?
- c) Cual es el tiempo de ejecución (en segundos) para el Programa en las máquinas MPF y MNPF?
- d) Suponiendo que todas las operaciones en PF cuentan por igual (1) y para este Programa: ¿Cuales son los MFLOPS para MPF y MNPF?

$$(6 \cdot 0,1) + (4 \cdot 0,15) + (20 \cdot 0,05) + (2 \cdot 0,7)$$

$$T_{MNPF} = T_{MPF} = T ; CPI_{MPF} = \frac{50 \cdot 10^6}{1} = 3,6$$

$$MIPS_{MPF} = \frac{50 \cdot 10^6}{3,6 \cdot 10^6} = 13,88 \text{ MIPS}$$

$$CPI_{MNPF} = 2 \text{ Siempre es igual}$$

$$\frac{50 \cdot 10^6}{2 \cdot 10^6}$$

$$MIPS_{MNPF} = \frac{50 \cdot 10^6}{2 \cdot 10^6} = 25 \text{ MIPS}$$

$$t_{ejec_MPF} = 3,6 \text{ T}$$

$$t_{ejec_MNPF} = 9,2 \cdot 2 \cdot \text{T} = 18,4 \text{ T}$$

b) $NI_{MPF} = 3 \cdot 10^5$ instancias

$$NI_{MNPF} = 3 \cdot 10^5 \cdot (30 \cdot 0,1 + 20 \cdot 0,15 + 50 \cdot 0,05) = 2,55 \cdot 10^6$$

c) $t_{ejec_MPF} = NI_{MPF} \cdot CPI_{medio_MPF} \cdot T = 3 \cdot 10^5 \cdot 3,6 \text{ T} = 1,29 \cdot 10^6 \text{ T}$

$$t_{ejec_MNPF} = NI_{MNPF} \cdot CPI_{medio_MNPF} \cdot T = 2,55 \cdot 10^6 \cdot 2 \text{ T} = 5,1 \cdot 10^6 \text{ T}$$

Aunque MPF tiene mayor tasa de MIPS tarda menos

d) No hacer

7.- Se diseña un Procesador y un Compilador y se tiene que decidir si se tiende a mejorarlo o no. El equipo de diseño del hardware tiene las siguientes opciones:

- Máquina Mbase: la que hay con un Reloj de 50 MHz y los siguientes Valores de CPI y frecuencia para Las distintas Instrucciones

	Tipo de Inst.	CPI	Frecuencia
	A	2	40%
	B	3	25 %
	C	3	25 %
	D	5	10 %

- Máquina Mopt: mejorada, con un Reloj de 60 MHz y los siguientes Valores de CPI y frecuencia para Las distintas Instrucciones

	Tipo de Inst.	CPI	Frecuencia
	A	2	40%
	B	2	25 %
	C	3	25 %
	D	4	10 %

- ¿Cuál es el CPI para cada Máquina?
- ¿Cuáles son los MIPS nativos de Mbase y Mopt?
- ¿Cuántas veces es más rápida Mopt que Mbase?

$$2) \text{ CPI}_{\text{medio}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{CPI}_i \cdot I_i}{NI}$$

$$\text{CPI}_{\text{medio Mbase}} = \frac{2 \text{ ciclos} \cdot 0,4 + 3 \text{ ciclos} \cdot 0,25 + 3 \text{ ciclos} \cdot 0,25 + 5 \text{ ciclos} \cdot 0,1}{0,4 + 0,25 + 0,25 + 0,1} \\ = 2,8 \text{ ciclos}$$

$$\text{CPI}_{\text{medio Mopt}} = \frac{2 \text{ ciclos} \cdot 0,4 + 2 \text{ ciclos} \cdot 0,25 + 3 \text{ ciclos} \cdot 0,25 + 4 \text{ ciclos} \cdot 0,1}{0,4 + 0,25 + 0,25 + 0,1} \\ = 2,45 \text{ ciclos}$$

$$6) \text{ MIPS} = \frac{F_{\text{reloj}}}{\text{CPI}_{\text{medio}} \cdot 10^6}$$

$$\text{MIPS}_{\text{Mbase}} = \frac{50 \cdot 10^6}{2,8 \cdot 10^6} = 17,86$$

$$\text{MIPS}_{\text{Mopt}} = \frac{60 \cdot 10^6}{2,45 \cdot 10^6} = 24,49$$

$$c) \frac{MIPS_{Mbase}}{MIPS_{Mopt}} = \frac{24,49}{17,86} = 1,37$$

La máquina base es 37% más rápida que Mopt

8.- Para el ejemplo anterior el equipo de compilación propone una mejora del compilador para la Mbase. Con esto se puede hablar de una nueva máquina Mcomp que obtiene mejoras respecto a la Mbase. Estas mejoras se estiman en:

Clase de Instrucción	% de Instrucciones ejecutadas frente a Mbase
A	90% de 40% : $0.9 \cdot 0.4 = 0.36$
B	90% de 25% : $0.9 \cdot 0.25 = 0.225$
C	85% de 25% : $0.9 \cdot 0.25 = 0.213$
D	95% de 10% : $0.95 \cdot 0.1 = \frac{0.095}{0.892}$

- a) ¿Cuál es el CPI de la máquina Mcomp?
- b) ¿Cuántas veces es más rápida Mcomp que Mbase?
- c) Implementando las mejoras hardware y del compilador se obtiene la máquina Mamb. ¿Cuántas veces es más rápida la máquina Mamb que Mbase?

$$d) CPI_{medio} = \frac{\sum_{i=1}^n CPI_i \cdot I_i}{NI}$$

$$2 \text{ ciclos} \cdot 0.36 + 3 \text{ ciclos} \cdot 0.225 + 3 \text{ ciclos} \cdot 0.213 + 5 \text{ ciclos} \cdot 0.095$$

$$\begin{aligned} CPI_{medio\ Mbase} &= \\ &= 2,813 \text{ ciclos} \end{aligned}$$

$$e) \frac{50 \cdot 10^6}{MIPS_{Mcomp}}$$

$$MIPS_{Mcomp} = 2,813 \cdot 10^6 = 17,77$$

$$\frac{MIPS_{Mbase}}{MIPS_{Mcomp}} = \frac{17,86}{17,77}$$

$$= 1,005$$

Mbase es 0,5% más rápida que Mcomp (reduce MIPS y mejora el hardware)

c)

$$\text{CPI}_{\text{medio } M_{\text{amb}}} = \frac{2 \text{ ciclos} \cdot 0,36 + 2 \text{ ciclos} \cdot 0,225 + 3 \text{ ciclos} \cdot 0,213 + 4 \text{ ciclos} \cdot 0,095}{0,892}$$
$$= 2,45 \text{ ciclos}$$

$$\text{MIPS}_{M_{\text{amb}}} = \frac{60 \cdot 10^6}{2,45 \cdot 10^6} = 24,49$$

$$\frac{\text{MIPS}_{M_{\text{amb}}}}{\text{MIPS}_{M_{\text{base}}}} = \frac{24,49}{17,89} = 1,37$$

M_{amb} es un 37% más rápido que M_{base}