

ACSI

3º Sesión de Actividades

Medias
Indices clásicos (CPI, MIPS y MFLOPS)
Sistemas de referencia

Conceptos y Actividades
para complementar Tema 3

Medias

- * Como ya estáis viendo, es necesario **sintetizar/reducir** todos los valores de una monitorización o unas muestras para tener un valor de referencia. Esto lo habéis hecho desde siempre:
 - * ¿Cuál es la altura media de los estudiantes de una clase?
 - * ¿... la edad media del profesorado?
 - * ¿el gasto medio diario en llamadas telefónicas?
 - * ...

Medias

- * Lo importante de realizar una media es su interpretación, no la fórmula a aplicar.

Application	Execution time		
	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14
sw4	10	24	16
sw6	12	26	18
sw7	22	10	20

Opción A:
La media de esta fila nos proporciona el tiempo medio de ejecución de una aplicación sobre los tres sistemas
Con la media de todas las filas, podríamos ver que aplicación es de media más rápida

Medias

- * Lo importante de realizar una media es su interpretación, no la formula a aplicar.

Application	Execution time		
	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14
sw4	10	24	16
sw6	12	26	18
sw7	22	10	20

Opción B:
La media de esta fila nos proporciona el tiempo medio de ejecución de un sistema sobre diferentes cargas.
Con la media de todas las columnas, podríamos ver que sistema es de media más rápido

Medias

- * Lo importante de realizar una media es su interpretación, no la formula a aplicar.

Application	Execution time		
	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14
sw4	10	24	16
sw6	12	26	18
sw7	22	10	20

Opción A:
Nos permite comparar aplicaciones.
Opción B:
Nos permite comparar sistemas

- * Por lo general, solemos preguntarnos por el sistema más rápido. Podríamos usar una simple suma de todos los tiempos siempre y cuando sea necesario realizar la ejecución de **todas** las aplicaciones.

	Execution time		
Application	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14
sw4	10	24	16
sw6	12	26	18
sw7	22	10	20
SUMA	80	90	84

SystemA es más rápido



* Pero no es lo habitual, nunca ejecutamos todas las aplicaciones... de media no!
Necesitamos usar medias: aritmética, armónica o geométrica.

	Execution time		
Application	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14
sw4	10	24	16
sw6	12	26	18
sw7	22	10	20
SUMA	80	90	84
M. Aritmética	12	15	15
Desviación	4,501851471	9,695359715	5,215361924
M. Armónica	12,40823635	7,016491754	11,85417483
M. Geométrica	12,8179587	11,22162525	13,00519779

SystemA es más rápido

* Pero no es lo habitual, nunca ejecutamos todas las aplicaciones... de media no!
Necesitamos usar medias: aritmética, armónica o geométrica.

	Execution time		
Application	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14
sw4	10	24	16
sw6	12	26	18
sw7	22	10	20
SUMA	80	90	84
M. Aritmética	12	15	15
Desviación	4,501851471	9,695359715	5,215361924
M. Armónica	12,40823635	7,016491754	11,85417483
M. Geométrica	12,8179587	11,22162525	13,00519779

SystemA es más rápido

La desviación es muy importante!
¿Qué sistema es el segundo, B o C ?

* Pero no es lo habitual, nunca ejecutamos todas las aplicaciones... de media no!
Necesitamos usar medias: aritmética, armónica o geométrica.

	Execution time		
Application	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14
sw4	10	24	16
sw6	12	26	18
sw7	22	10	20
SUMA	80	90	84
M. Aritmética	12	15	15
Desviación	4,501851471	9,695359715	5,215361924
M. Armónica	12,40823635	7,016491754	11,85417483
M. Geométrica	12,8179587	11,22162525	13,00519779

SystemA es más rápido

La desviación es muy importante!
¿Qué sistema es el segundo, B o C ?

el C

* Pero no es lo habitual, nunca ejecutamos todas las aplicaciones... de media no!
Necesitamos usar medias: aritmética, armónica o geométrica.

	Execution time		
Application	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14
sw4	10	24	16
sw6	12	26	18
sw7	22	10	20
SUMA	80	90	84
M. Aritmética	12	15	15
Desviación	4,501851471	9,695359715	5,215361924
M. Armónica	12,40823635	7,016491754	11,85417483
M. Geométrica	12,8179587	11,22162525	13,00519779

SystemA es más rápido

¿y estás dos medias?

¿Qué tipo de media es la más adecuada?

- Geométrica
- Armónica
- Aritmética

Tipo de media?

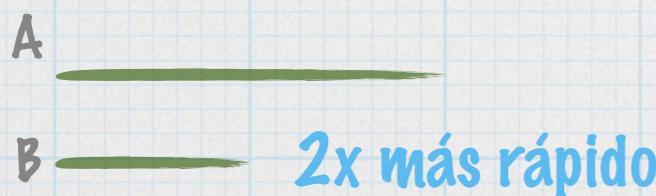
- * Una métrica de rendimiento ha de ser lineal al tiempo.
- * El **tiempo** es la única referencia que tiene un usuario para poder comparar lo que se tarda en ejecutar algo (tiempo de respuesta) y la cantidad de cosas que se pueden hacer (productividad)
- * El tiempo de respuesta es un **tiempo (t)**
- * La productividad es un **ratio (x/t)**

Métricas de Rendimiento (linealidad)

TIEMPOS (t)

- Mediciones PROPORCIONALES

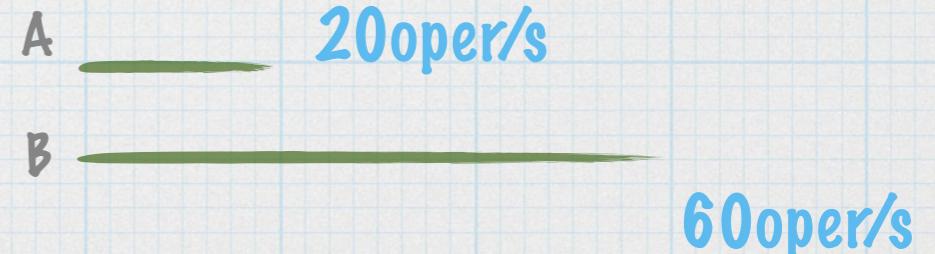
Nos interesan tiempos pequeños



RATIOS (x/t)

- * Inversamente proporcional al tiempo

Nos interesan ratios grandes



* Veamos las tres métricas con más detalle...

Media Aritmética

Media Aritmética

$$\bar{x}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{x}_{aw} = \sum_{i=1}^n w_i * x_i$$

Ponderada

- * La m. aritmética ponderada nos permite dar más importancia a ciertas muestras.
- * La importancia puede venir determinada por la utilización, coste o activo de una empresa.

¿Qué os interesa más en un ordenador: aplicaciones de juego o de programación?

Media Armónica

Media Armónica

$$\bar{x}_h = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}}$$

$$\bar{x}_h = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{x_i}} \quad \text{Ponderada}$$

Planteamos el siguiente CASO REAL

¿Velocidad media de un viaje? (IDA+VUELTA) Cada trayecto es de 10km

- Trayecto IDA: “a patita”, velocidad de 5km/h
- Trayecto VUELTA: “bicicleta”, velocidad de 20km/h
- MEDIA ARITMÉTICA: $(5+20)/2 = 12.5\text{km/h}$

El valor de 12.5 es correcto, pero no es representativo de lo que ha pasado! NO ES LINEAL AL TIEMPO

Media Armónica

¿Velocidad media de un viaje? (IDA+VUELTA) Trayecto: 10km

- Trayecto IDA: “a patita” > 5km/h
 - Trayecto VUELTA: “bicicleta” > 20km/h
-
- 10km a 5km/h = 2 horas
 - 10km a 20km/h = 0.5 horas
 - Tiempo total = $2 + 1/2 = 2.5$ horas

Tiempo dedicado
en cada trayecto

Media Armónica

¿Velocidad media de un viaje? (IDA+VUELTA) Trayecto: 10km

- Trayecto IDA: "á patita" > 5km/h
- Trayecto VUELTA: "bicicleta" > 20km/h
- 10km a 5km/h = 2 horas ($2/2.5 = 80\%$)
- 10km a 20km/h = 0.5 horas = 1/2 hora ($0.5/2.5 = 20\%$)
- Tiempo total = $2 + 1/2 = 2.5$ horas

% dedicado
en cada trayecto
en función del tiempo

Velocidad media = $5\text{km}/\text{h} * 0.8 + 20\text{km}/\text{h} * 0.2 = 4 + 4 = 8 \text{ km/h} !!$
(Media aritmética ponderada)

LA VELOCIDAD MEDIA !!!!!

Media Armónica

¿Velocidad media de un viaje? (IDA+VUELTA) Trayecto: 10km

- Trayecto IDA: “a patita” > 5km/h
- Trayecto VUELTA: “bicicleta” > 20km/h

Velocidad media = $2 / \{ 1/5\text{km/h} + 1/20\text{km/h} \}$

$$= 2 / 0.25 = 8 \text{ km/h}$$

(Media armónica)

$$\bar{x}_h = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}}$$

La media armónica es la media correcta para ratios

¿Para qué se utiliza la
media geométrica?

Media Geométrica

$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{x_1 x_2 \cdots x_n} = \left(\prod_{i=1}^n x_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

$$\bar{x}_g = \left(\prod_{i=1}^n x_i * w_i \right)$$

CASO REAL

Ponderada

¿En qué banco depositaríais vuestros 5000€, en A o B?
Bajo ese tipo de interes

5.000 €	BancoA	BancoB
1 año	3,00 %	1,00 %
2 año	1,00 %	1,00 %
3 año	0,50 %	1,00 %

Media Geométrica

$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{x_1 x_2 \cdots x_n} = \left(\prod_{i=1}^n x_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

$$\bar{x}_g = \left(\prod_{i=1}^n x_i * w_i \right)$$

CASO REAL

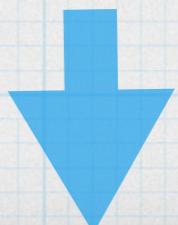
5.000 €	BancoA	BancoB
1 año	3,00 %	1,00 %
2 año	1,00 %	1,00 %
3 año	0,50 %	1,00 %
	5.227,51 €	5.151,51 €

1 año	5000	150 €
2 año	5.150 €	51,50 €
3 año	5.201,50 €	26,01 €
	5.227,51 €	

el primer año, ganamos 150€ por intereses
el segundo año, hay más dinero acumulado!

La solución: A!

¿Y cómo hemos calculado todo esto?



Media Geométrica

$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{x_1 x_2 \cdots x_n} = \left(\prod_{i=1}^n x_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

Ponderada

$$\bar{x}_g = \left(\prod_{i=1}^n x_i * w_i \right)$$

5.000 €	BancoA	BancoB
1 año	3,00 %	1,00 %
2 año	1,00 %	1,00 %
3 año	0,50 %	1,00 %
	5.227,51 €	5.151,51 €

Interés
Medio

	BancoA	BancoB
1 año	1,03	1,01
2 año	1,01	1,01
3 año	1,005	1,01
M. Aritmética	1,01	1,01
M. Armónica	1,014885779	1,01
M. Geométrica	1,014942768	1,01

Intereses totales

$$\text{Aritmética} = 5000 * (1.01^3 - 1) = 151,505$$

$$\text{Armónica} = 5000 * (1.014885779^3 - 1) = 226,62$$

$$\text{Geométrica} = 5000 * (1.014942768^3 - 1) = 227,51$$

Media Geométrica

$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{x_1 x_2 \cdots x_n} = \left(\prod_{i=1}^n x_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

Ponderada

$$\bar{x}_g = \left(\prod_{i=1}^n x_i * w_i \right)$$

CASO REAL

5.000 €	BancoA	BancoB
1 año	3,00 %	1,00 %
2 año	1,00 %	1,00 %
3 año	0,50 %	1,00 %
	5.227,51 €	5.151,51 €

	BancoA	BancoB
1 año	1,03	1,01
2 año	1,01	1,01
3 año	1,005	1,01
M. Aritmética	1,01	1,01
M. Armónica	1,014885779	1,01
M. Geométrica	1,014942768	1,01

Intereses totales

$$\text{Aritmética} = 5000 * (1.01^3 - 1) = 151505$$

¿Qué ocurriría si en un fondo de inversión en un periodo tenemos perdidas -%?

$$\text{Geométrica} = 5000 * (1.0149^3 - 1) = 227,51$$

EN RESUMEN

SE USA:

- * M. Aritmética en TIEMPOS (tiempo de servicio, respuesta, latencia, ...)
- * M. Armónica: en RATIOS (productividad, tps, fps, MIPS, MFLOPS, ...)
- * M. Geométrica: DESAConSEJADA en rendimiento

índices clásicos

- **CPI** - Ciclos por Instrucción
- **MIPS** - Millones Instrucciones por Segundo
- **MFLOPS** - Millones Instrucciones de punto flotante por segundo

índices clásicos

- **CPI** - Ciclos por Instrucción
- **MIPS** - Millones Instrucciones por Segundo
- **MFLOPS** - Millones Instrucciones de punto flotante por segundo

Estos índices se han ido utilizando durante años para comparar sistemas/equipos.

Fijaros en la tabla donde se comparan CPUs se usan MFLOPS !

Windows PC Normal Results

Double Precision 100x100 compiled at 32 bits

CPU	MHz	Opt MFLOPS	No opt MFLOPS
AMD 80386	40	0.53	0.36
80486 DX2	66	2.63	1.74
AMD 5X86	100	3.34	2.24
Pentium	75	7.56	4.04
Cyrix P150	120	10.08	8.75
Cyrix PP166	133	11.53	8.33
Pentium	100	12.07	5.40
IBM 6x86	150	12.87	8.29
Pentium	133	17.05	5.60
Pentium	166	19.89	6.86
Cyrix PR233	188	19.98	11.88
Pentium	200	22.80	8.10
Athlon XP	2080	764.03	136.05
Pentium M	1862	834.29	181.05
Pentium 4	3066	840.27	174.64
Athlon XP	2338	859.43	153.21
Athlon 64	2150	811.86	142.80
Athlon 64	2211	838.22	145.60
Core 2 Duo M	1830	997.68	111.41
Pentium 4	3678	1017.01	209.01
Core i5 2467M	0000	1064.70	315.46
Celeron C2 M	2000	1092.56	121.25
Core 2 Duo 1 CP	2400	1315.42	195.13
Phenom II	3000	1412.83	244.43
Core i7 930	****	1764.75	428.00
Core i7 860	####	2004.31	381.97
Core i7 3930K	&&&	2529.73	746.01
Core i7 4820K	\$\$\$1	2671.15	892.04
Core i7 4820K	\$\$\$2	2684.05	895.54
Core i7 3930K	OC	3112.94	926.92



Los MIPS o MFLOPS son utilizados desde siempre. Viene a ser la típica comparación que se hace con los coches: el tiempo que tardan de pasar de 0 a 100km/h

1. Dodge Challenger SRT Demon - 2,4 segundos.
2. Bugatti Chiron - 2,5 s.
3. Ariel Atom 350 R - 2,5 s.

Yo tengo un KIA: 11,1s

O_O!

índices clásicos

Tened en cuenta una cosa

- **CPI - Ciclos por Instrucción**
- **MIPS - Millones Instrucciones por Segundo**
- **MFLOPS - Millones Instrucciones de punto flotante por segundo**

¿Qué es una instrucción?

CPI, MIPS y MFLOPS SON INDICADORES INCONSISTENTES

Ante esta situación, ¿qué podemos hacer?

- Las instrucciones dependen de la tecnología de cada fabricante de chips (Intel, AMD, Radeon, Nvidia,...) para diseñar sus instrucciones (instrucciones en ensamblador)
- Dentro de lo que cabe, es la única referencia posible...

Conceptos complementarios se tratan en Arquitectura de computadores (repertorio de instrucciones), y Compiladores

Sistemas de referencia

Sistemas de referencia

- * Usar un “sistema” como referencia, es usar esos valores como los referentes (nuestro “1” matemático)
- * Usemos el SistemaA como referencia

Application	Execution time		
	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14

Sistemas de referencia

- * Usamos el SistemaA como referencia
- * En el fondo, calculamos las aceleraciones

Application	Execution time		
	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14



Application	Execution time		
	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10/10	8/10	6/10
sw2	12/12	2/12	10/12
sw3	14/14	20/14	14/14

Sistemas de referencia

- * Usamos el SistemaA como referencia
- * En el fondo, calculamos las aceleraciones

Application	Execution time		
	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14



Application	Execution time		
	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	1	0,8	0,6
sw2	1	0,167	0,83
sw3	1	1,42	1

Sistemas de referencia

Application	Execution time		
	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	10	8	6
sw2	12	2	10
sw3	14	20	14



Application	Execution time		
	SystemA	SystemB	SystemC
sw1	1	0,8	0,6
sw2	1	0,167	0,83
sw3	1	1,42	1

Los valores de esta nueva tabla **NO tienen UNIDADES!**
En estudios “antiguos” se usaba la media geométrica
pero es **MEJOR** usar la Media ARITMÉTICA

ACTIVIDADES

Actividad 3.0

Un estudio de evaluación de prestaciones pretende comparar el rendimiento obtenido por tres sistemas informáticos A, B y C. Para ello se han ejecutado dos programas de prueba, P1 y P2, cuyos tiempos de ejecución (en segundos) en cada sistema se reflejan en la tabla siguiente:

Programa	A	B	C
P1	20	10	40
P2	40	80	20

Se pide establecer una ordenación de los tres computadores, de mayor a menor rendimiento, utilizando las siguientes alternativas para resumir y comparar prestaciones:

- A. Suma del tiempo total de ejecución.
- B. La suma al referenciar los sistemas usando P2 como referente
- C. Media aritmética de los tiempos de ejecución; lo mismo con P2 como referencia.
- D. Media armónica de los tiempos de ejecución.
- E. Media geométrica de los tiempos de ejecución.

Actividad 3.1

Instrukction category	gcc	javac	avg. CPI
load st	33 %	40 %	1.4
branch	16 %	8 %	1.8
jumps	2 %	2 %	1.2
FP add		5 %	2.0
FP sub		3 %	4.0
FP mul		6 %	5.0
FP div		3 %	19.0
Other	49 %	33 %	1.0

Calcular:

A. CPI medio de GCC

B. CPI medio de JavaC

NOTA: Media CPI ponderada

Actividad 3.2

Program	S_1	S_2	S_3	Number of instructions
1	33.4	28.8	28.3	1.45×10^{10}
2	19.9	22.1	25.3	7.97×10^9
3	6.5	5.3	4.7	3.11×10^9
4	84.3	75.8	80.1	3.77×10^{10}
5	101.1	99.4	70.2	4.56×10^{10}

- A. Tiempo medio de ejecución
- B. Número medio de MIPS
- C. Aceleración media y relativa usando S_3 como sistema de referencia
- D. Reflexionar si los resultados son representativos, ¿por qué?
- E. Repetir (A,B,C) con los siguientes pesos para cada programa:
p1: 40%, p2: 35%, p3: 15%, p4 y p5: 5%
- ¿Cómo calcular correctamente los MIPS? 

¿Cómo calcular los MIPS?

- * Los MIPS son un ratio: INSTRUCCIONES/tiempo.
- * Es necesario utilizar la media armónica

Program	S_1	S_2	S_3	Number of instructions
1	33.4	28.8	28.3	1.45×10^{10}
2	19.9	22.1	25.3	7.97×10^9
3	6.5	5.3	4.7	3.11×10^9
4	84.3	75.8	80.1	3.77×10^{10}
5	101.1	99.4	70.2	4.56×10^{10}

$$\bar{x}_h = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}}$$

$$MIPS_{S_1} = \frac{5}{\frac{1}{14.5/33.4} + \frac{1}{7.97/19.9} + \frac{1}{3.11/6.5} + \frac{1}{37.7/84.3} + \frac{1}{45.6/101.1}}$$



Actividad 3.3

Instrucction category	Program	avg. CPI. MF	avg. CPI. MX
DB access (SELECT, INSERT, DROP	10 %	6.0	2
search	15 %	4.0	4.5
computation	5 %	20.0	18
other	70 %	2.0	2.3

Ambos sistemas MF y MX tienen una frecuencia de 1MHz

A. Media de CPI para sistema MF y MX

B. Número medio de MIPS de cada sistema

MIPS MF = “1MHz y CPI medio”

**MIPS MF = M.Armonica { 1MHz y avg.
CPI**FILA } — SORRY!!**

Actividad 3.4

Mobile	UX	CPU	RAM	GPU	IO
HTC	12	23	19	10	134
LG	10	19	9	20	425
Xiaomi	39	24	4	16	460
Motorola	23	23	32	18	680
% de la carga total	20%	30%	10%	20%	20%

El benchmark **Antutu** da una puntuación global como también una puntuación individual de cada test realizado sobre un dispositivo móvil. Las pruebas se agrupan en: User eXperience (UX), CPU, RAM, GPU y IO. Los valores no tienen unidades y los más pequeños representan desempeños ineficientes o más lentos que un valor mayor.

- ¿Cuál es la media aritmética ponderada y armónica ponderada de cada sistema?
- Considerando la media aritmética ponderada, ¿Cuál es la aceleración de cada sistema tomando como referencia el móvil LG?
- Los desarrolladores del HTC quieren mejorar sus resultados, ¿En qué dos grupos de pruebas deberían centrarse para conseguir un impacto mayor sobre la aceleración?
- Si esos dos componentes se mejoran un 230% y 190% más, ¿cuál es la nueva aceleración del HTC con referencia al móvil LG?

Extra?

Actividad 3.5

Suponemos que podemos procesar 1000 writes con 400 IOPS y otras 1000 reads con 600 IOPS. Cada una de estas pruebas tiene un tiempo diferente de ejecución. El tiempo total requerido para ambas es de 2000 operations de 10, 4.167s.

A. ¿Qué tipo de media representaría mejor lo ocurrido?

Actividad 3.6

Consideramos que las peticiones llegan a un ritmo de 100TPS y son servidas por dos servidores. El servidor más rápido atiende 60TPS y necesita 10ms para procesar de media cada una; mientras el servidor más lento, gestiona 40TPS y necesita 20ms por petición. Si medimos la utilización de cada servidor, el rápido está al 60% y el lento al 80%. Están por tanto, desbalanceados.

¿Qué velocidad de servicio es necesaria para balancearlos?

Actividad 27

se recomienda una hoja de cálculo

Chip	# of cores	Clock frequency (MHz)	Memory performance	Dhrystone performance
Athlon 64 X2 4800+	2	2,400	3,423	20,718
Pentium EE 840	2	2,200	3,228	18,893
Pentium D 820	2	3,000	3,000	15,220
Athlon 64 X2 3800+	2	3,200	2,941	17,129
Pentium 4	1	2,800	2,731	7,621
Athlon 64 3000+	1	1,800	2,953	7,628
Pentium 4 570	1	2,800	3,501	11,210
Processor X	1	3,000	7,000	5,000

- A. Crear una tabla como la anterior pero normalizando los valores al Athlon 64 3000+.
- B. Calcular la media aritmética of Memory y Dhrystone de cada procesador usando la tabla original y los datos de A)
- C. Lo mismo que en B, pero con media armónica y media geométrica.
- D. ¿Qué ocurre con el ranking de cada procesador en B, y C?