Práctica 5: Caché

Estructura de Computadores

Gustavo Romero López

Updated: 17 de octubre de 2017

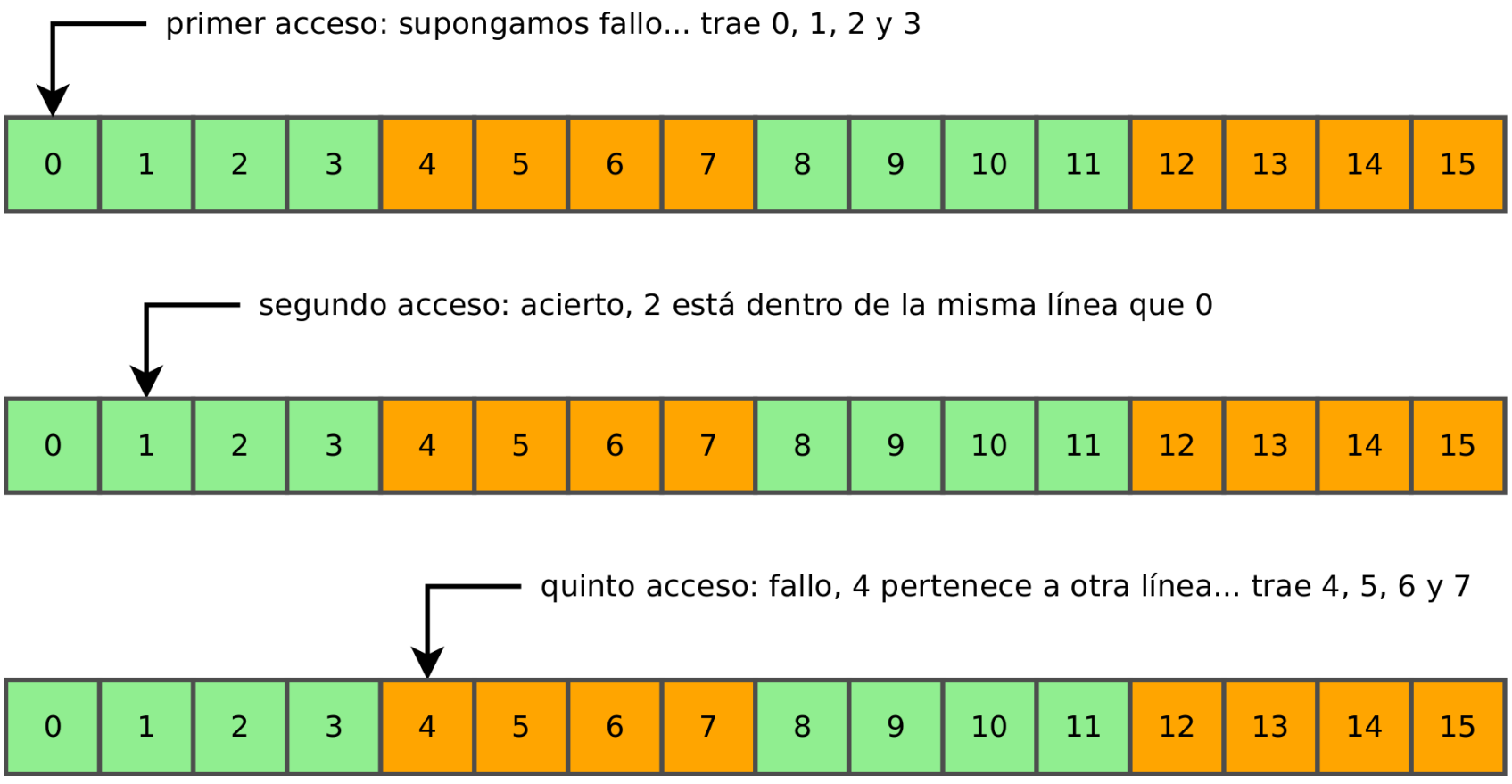
Arquitectura y Tecnología de Computadores

Índice

Objetivos

- Comprender la importancia de la memoria caché mediante el estudio de la misma.
- Nos centraremos en dos de sus parámetros más importantes:
  - Tamaño de línea o **bloque.**
  - **Tamaño de la caché.**
- Intentaremos calcularlos para el procesador que utilizamos.
- En Linux podemos consultar todos los parámetros de la caché mediante la orden `lscpu` o examinando el directorio `/sys/devices/system/cpu/cpu0/cache`.
- "`make info`" extraerá la información más importante de la caché del diretorio `/sys/devices/system/cpu/cpu0/cache` y la mostrará por pantalla.

Tamaño de linea



Tamaño de linea

- Una linea o bloque de caché es la **cantidad de información** que viaja entre los niveles de caché y la memoria principal.
- Es tan importante que a veces **prevalece** el tiempo de acceso a los datos frente al del tratamiento de los mismos.
- Para ello mida cuánto tardan en ejecutarse los siguientes bucles con diferentes **incrementos**:

```
std::array<char, 1 << 24> bytes; // 16MB

for (unsigned i = 0; i < bytes.size(); i += 1)
    bytes[i] ^= 1;

for (unsigned i = 0; i < bytes.size(); i += 2)
    bytes[i] ^= 1;

for (unsigned i = 0; i < bytes.size(); i += 4)
    bytes[i] ^= 1;
```

- ¿Cuánto debería tardar cada bucle?

Indicaciones para calcular el tamaño de linea

- Como deseamos medir el tamaño de linea vamos a generalizar el anterior proceso para todos los tamaños de linea posibles.
- Tenemos que meter el bucle del listado anterior dentro de otro que recorra todos los tamaños de línea posibles.
- Cuánto más ligero sea este bucle mejor se evidenciará la diferencia de tiempos entre la pequeña operación realizada y el tiempo de acceso a memoria.
- Mida tiempos y compare... ¿Los resultados son los esperados?
- El resultado en mi ordenador puede verse en la figura 1.
- En vez de partir de 0, complete el esqueleto: line.cc.
- makefile genera un gráfico de forma automática.
- Razone que tamaño de linea utiliza su procesador.
- Puede ayudarse con las ordenes "`lscpu`" y "`make info`".

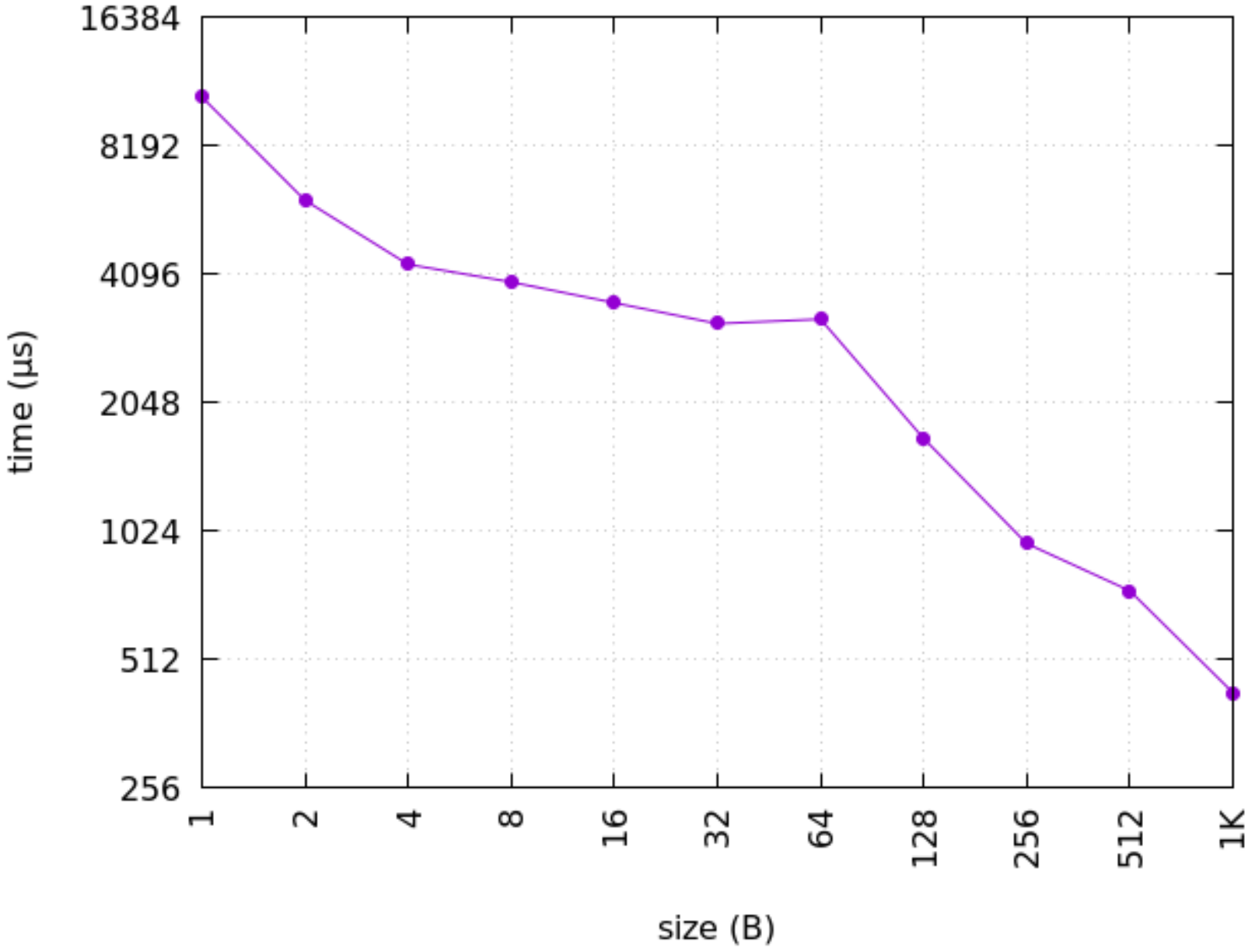


Figura: Tamaño de linea

Tamaño de caché

- Mejor cuanto más grande si no fuese por precio, calor, superficie, consumo,...
- Para medir el tamaño de caché debemos:
  - Para cada tamaño de caché
    - Crear un vector de dicho tamaño
    - Repetir 1000000 veces.

      Realizar una pequeña alteración en cada linea.
- **Cuánto más ligero sea el bucle mejor se evidenciará la diferencia de tiempo entre cálculo y acceso a memoria**.
- Medir tiempos y comparar.
- El resultado en mi ordenador puede verse en la figura 2.
- En vez de partir de 0, complete el esqueleto: size.cc.
- makefile genera un gráfico de forma automática.
- ¿Cuántos niveles de caché tiene su procesador? ¿De qué tamaño?

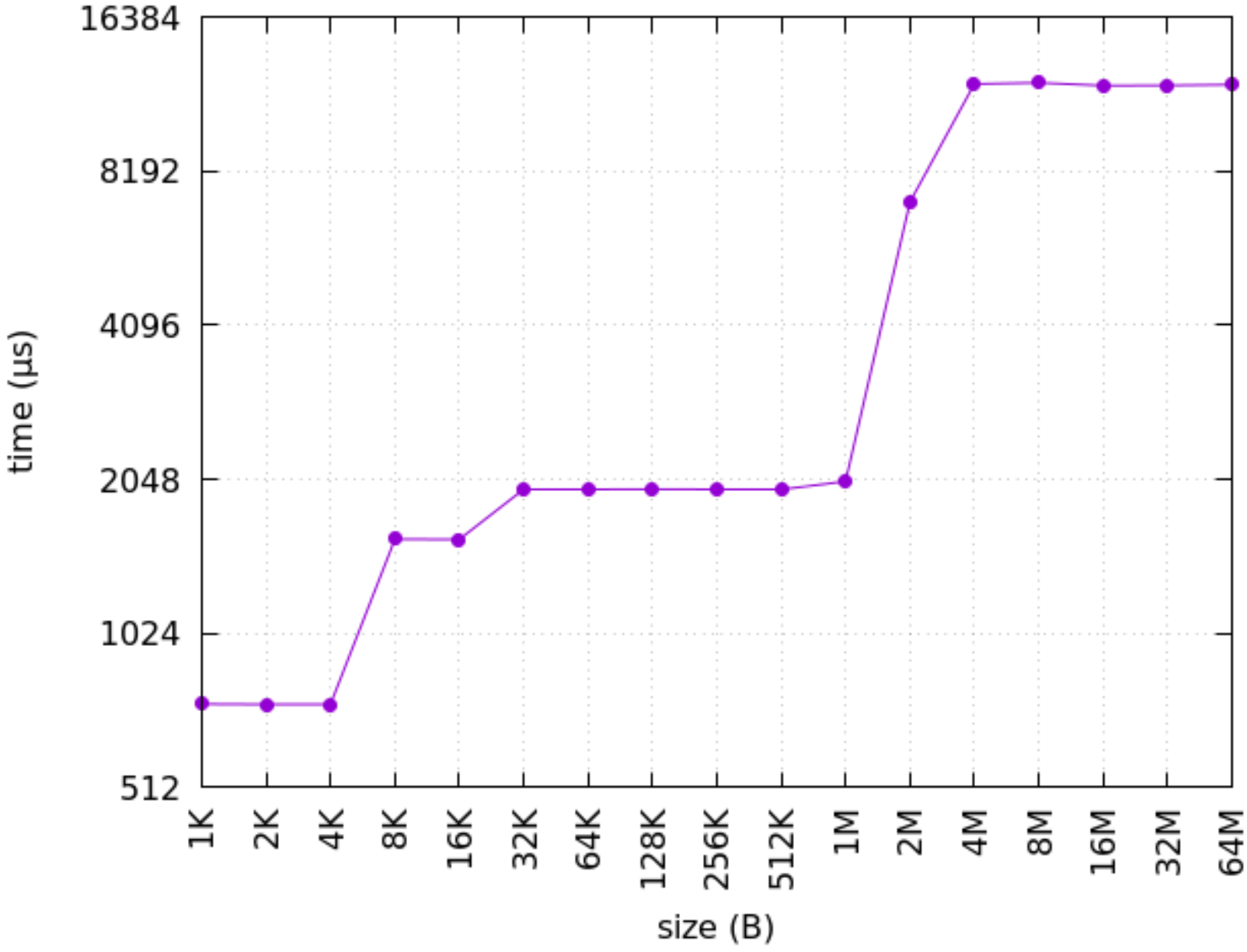


Figura: Tamaño de cache.

Evaluación

Para cada uno de los dos parámetros estudiados debe entregar:

- El programa: line.cc y size.cc.
- El gráfico generado por el makefile para su CPU: line.png y size.png.
- Una explicación razonada de los resultados obtenidos.
- Un pantallazo con la ejecución de una de estas tres cosas:
  - `lscpu`
  - CPUG
  - `make info`

lscpu

```
Architecture:          x86_64
CPU op-mode(s):        32-bit, 64-bit
Byte Order:            Little Endian
CPU(s):                4
On-line CPU(s) list:   0-3
Thread(s) per core:    2
Core(s) per socket:    2
Socket(s):             1
NUMA node(s):          1
Vendor ID:             AuthenticAMD
CPU family:            21
Model:                 48
Model name:          AMD A10-7700K APU with Radeon(TM) R7 Graphics
Stepping:              1
CPU MHz:               2000.000
CPU max MHz:           3400,0000
CPU min MHz:           2000,0000
BogoMIPS:              6787.77
Virtualización:       AMD-V
L1d cache:             16K
L1i cache:             96K
L2 cache:              2048K
NUMA node0 CPU(s):     0-3
```

make info

```
[gustavo@pccito 5]$ make info
line size = 64B
cache size = 16K/96K/2048K/
cache level = 1/1/2/
cache type = Data/Instruction/Unified/
```

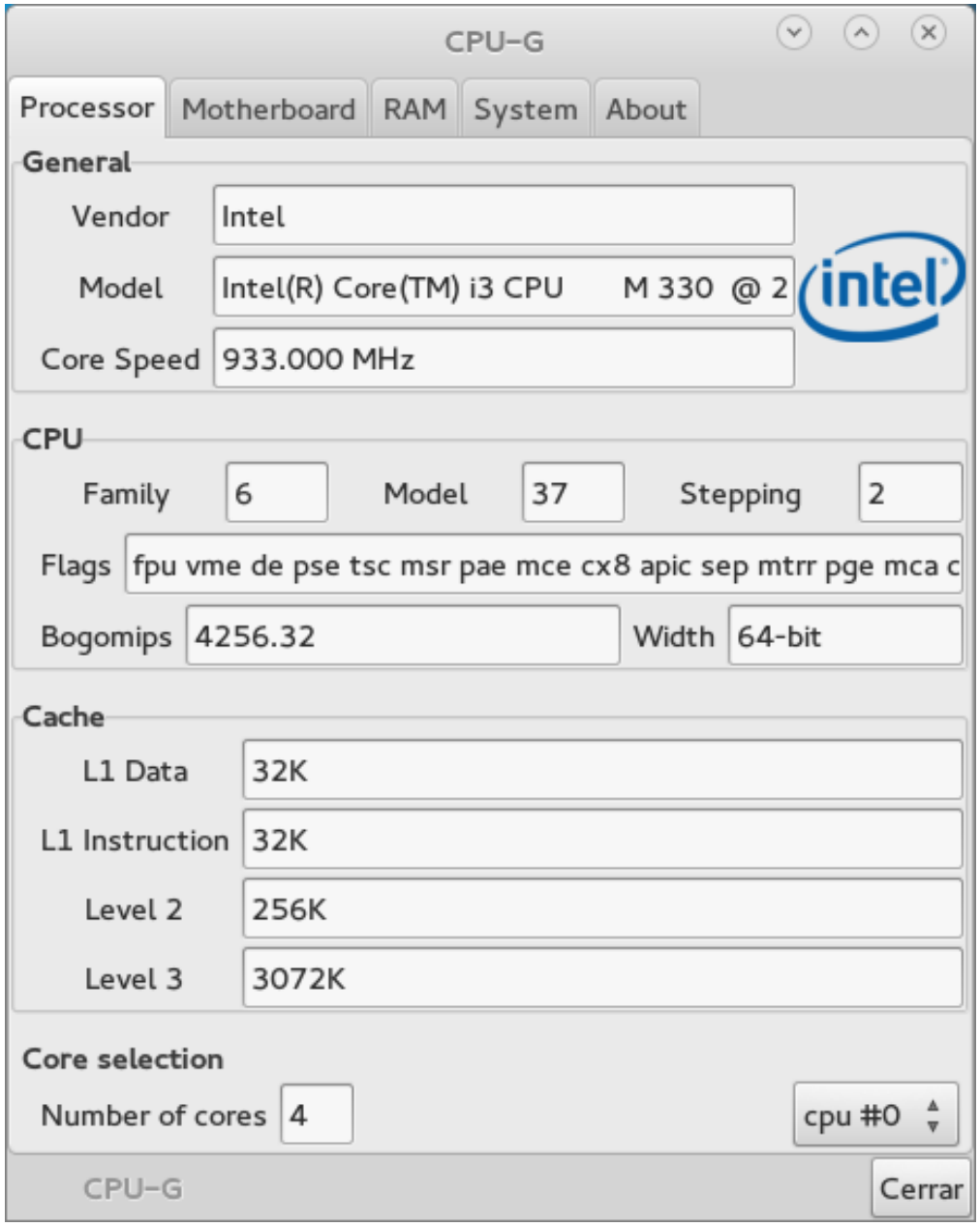


Figura: La CPU de mi portatil vista con CPUG

Enlaces de interés

- https://en.wikipedia.org/wiki/CPU_cache
- http://igoro.com/archive/gallery-of-processor-cache-effects/
- http://cpug.sourceforge.net/