

Memoria de programacion concurrente y distribuida

Sistemas concurrentes y distribuidos



26 de febrero de 2017

Xabier jauregi

Universidad de Mondragón



Índice

[EL MICOPROCESADOR DE MI EQUIPO 2](#_Toc476162954)

[EJECUCION DE PROBLEMAS SECUENCIALES 2](#_Toc476162955)

[Multiplicación de matrices: 2](#_Toc476162956)

[Cálculo de números primos 3](#_Toc476162957)

[Cálculo del número pi 3](#_Toc476162958)

[Cálculo del camino más corto 3](#_Toc476162959)

[Resultados de ejecución con muro tipo 1 4](#_Toc476162960)

[Resultados de ejecución con muro tipo 2 4](#_Toc476162961)

[Difusión del calor en una malla 4](#_Toc476162962)

[EJECUCIÓN DE PROBLEMAS SINCRONIZACIÓN 4](#_Toc476162963)

[EJECUCIÓN DE PROBLEMAS PARALELIZADOS 4](#_Toc476162964)

[Lock-Atomic-Synchonized: 4](#_Toc476162965)

[Multiplicación de matrices: 5](#_Toc476162966)

[Resultados de ejecución con 2 hilos(Runnable) 5](#_Toc476162967)

[Resultados de ejecución con 4 hilos(Runnable) 5](#_Toc476162968)

[Resultados de ejecución con 6 hilos(Runnable) 6](#_Toc476162969)

[Cálculo de números primos 6](#_Toc476162970)

[Resultados de ejecución con 2 hilos(CompletionService) 6](#_Toc476162971)

[Resultados de ejecución con 4 hilos(CompletionService) 6](#_Toc476162972)

[Resultados de ejecución con 6 hilos(CompletionService) 6](#_Toc476162973)

[Resultados de ejecución con 2 hilos(Runnable) 6](#_Toc476162974)

[Resultados de ejecución con 4 hilos(Runnable) 6](#_Toc476162975)

[Resultados de ejecución con 6 hilos(Runnable) 7](#_Toc476162976)

[Cálculo del número pi 7](#_Toc476162977)

[Resultados de ejecución con 2 hilos(Callable) 7](#_Toc476162978)

[Resultados de ejecución con 4 hilos(Callable) 7](#_Toc476162979)

[Resultados de ejecución con 6 hilos(Callable) 7](#_Toc476162980)

[Resultados de ejecución con 2 hilos(ForkJoin) 8](#_Toc476162981)

[Resultados de ejecución con 4 hilos(ForkJoin) 8](#_Toc476162982)

[Resultados de ejecución con 6 hilos(ForkJoin) 8](#_Toc476162983)

[Resultados de ejecución con 2 hilos(Thread) 8](#_Toc476162984)

[Resultados de ejecución con 4 hilos(Thread) 9](#_Toc476162985)

[Resultados de ejecución con 6 hilos(Thread) 9](#_Toc476162986)

[Cálculo del camino más corto 9](#_Toc476162987)

[Difusión del calor en una malla 9](#_Toc476162988)

[CONCLUSIONES 9](#_Toc476162989)

# EL MICOPROCESADOR DE MI EQUIPO

Mi ordenador dispone de un Intel® Core™ i5-4200U que está compuesto por 4 procesadores.

Tiene una frecuencia base de 1.60GHz y un máximo de 2.60GHz.

Tiene 2 cores y dispone de una cache de 3MB.

# EJECUCION DE PROBLEMAS SECUENCIALES

## Multiplicación de matrices:

*A la hora de ejecutar el programa cabe destacar que tenía abierto este mismo Word y tres pestañas de Google Chrome.*

*Todos los tiempos que se muestran en la tabla de los resultados están en milisegundos y los valores obtenidos son pruebas hechas con el ordenador en la misma situación a la hora de la ejecución.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 100 x 100 | 16 | 0 | 15 | 16 | 16 |
| 500 x 500 | 301 | 302 | 329 | 301 | 301 |
| 1000 x 100 | 3234 | 3149 | 3044 | 3078 | 3127 |

*Para ver el algoritmo usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p1multiplicacionmatricesHilos/src/p1multiplicacionmatrices

## Cálculo de números primos

*A la hora de ejecutar el programa cabe destacar que tenía abierto este mismo Word y tres pestañas de Google Chrome.*

*Todos los tiempos que se muestran en la tabla de los resultados están en milisegundos y los valores obtenidos son pruebas hechas con el ordenador en la misma situación a la hora de la ejecución.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| Lim 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lim 10000 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| Lim 100000 | 32 | 31 | 37 | 31 | 16 |

*Para ver el algoritmo usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p2calculonumerosprimos/src/p2calculonumerosprimos

## Cálculo del número pi

*A la hora de ejecutar el programa cabe destacar que tenía abierto este mismo Word y tres pestañas de Google Chrome.*

*Todos los tiempos que se muestran en la tabla de los resultados están en milisegundos y los valores obtenidos son pruebas hechas con el ordenador en la misma situación a la hora de la ejecución.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 100.000.000 ciclos | 1620 | 1646 | 1620 | 1635 | 1636 |
| 10.000.000 ciclos | 170 | 169 | 177 | 184 | 165 |
| 10.000.000.000 ciclos | 162721 | 162596 | 162603 | 162643 | 164278 |

*Para ver el algoritmo usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p3calculodepiHilos/src/p3calculodepi

## Cálculo del camino más corto

A la hora de ejecutar este programa tenia abierto este documento Word el cual lo estaba editando. Y al mismo tiempo estaba ejecutando Spotify (escuchando música).

Para ver el condigo usado en estas diferentes pruebas tenéis aquí el código usado:

https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p4calculocaminomascorto/bin/p4calculocaminomascorto

### Resultados de ejecución con muro tipo 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| Espacio 80 x80 | 2048 | 2020 | 2011 | 2065 | 2065 |
| Espacio 100 x 100 | 1829 | 1863 | 1832 | 2103 | 1896 |
| Espacio 150 x 150 | 4846 | 4846 | 4846 | 4846 | 4846 |

### Resultados de ejecución con muro tipo 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| Espacio 80 x80 | 2015 | 2017 | 2080 | 2125 | 2015 |
| Espacio 100 x 100 | 1956 | 1910 | 1823 | 1849 | 1883 |
| Espacio 150 x 150 | 9921 | 9873 | 9753 | 10240 | 9810 |

## Difusión del calor en una malla

* Algoritmo de resolución
* Tabla de tiempos obtenidos
  + Distinto tamaño malla

# EJECUCIÓN DE PROBLEMAS SINCRONIZACIÓN

1. **Explica y cuantifica la ventaja de la utilización de un Thread Pool frente a la utilización de Threads. Describe el ejemplo a utilizar y proporciona los datos obtenidos**
2. **¿Existen diferencias apreciables en la utilización de los distintos elementos de sincronización: monitor Object, Lock, Semaphore?**
3. **Qué es mejor, hacer un objeto ThreadSafe o limitar un acceso a un hilo o un singleThreadPool**

# EJECUCIÓN DE PROBLEMAS PARALELIZADOS

## Lock-Atomic-Synchonized:

Esta demo es para casar las conclusiones de uso de los diferente tipos de locks o llaves que tenemos.

A la hora de mirar a la tabla de tiempos es importante saber que tenían ejecutando en paralelo este documento Word.

En esta prueba se han lanzado 1000000 threads que acceden a una misma variable y lo incrementan. Para ello se han utilizado diferentes métodos de sincronización y así evitar la corrupción de la variable compartida que es incrementada.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| Sistema Lock | 9102 | 9415 | 9172 | 9511 | 9266 |
| Sistema Semaphore | 10958 | 9199 | 9286 | 9730 | 9264 |
| Sistema Synchronized | 9156 | 9171 | 9147 | 9379 | 10365 |
| Sistema Atomic | 9181 | 11627 | 9208 | 9167 | 9225 |

*Para ver el código usado en esta prueba:*

https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p5LockSincroAtomic/src

## Multiplicación de matrices:

*A la hora de ejecutar el programa cabe destacar que tenía abierto este mismo Word y tres pestañas de Google Chrome.*

*A la hora de la ejecución el ordenador estaba conectado a la fuente de alimentación el cual acelera el rendimiento del ordenador de una manera considerable.*

*Todos los tiempos que se muestran en la tabla de los resultados están en milisegundos y los valores obtenidos son pruebas hechas con el ordenador en la misma situación a la hora de la ejecución.*

### Resultados de ejecución con 2 hilos(Runnable)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 500 x 500 | 217 | 218 | 216 | 200 | 201 |
| 1000 x 1000 | 1988 | 2121 | 2075 | 2051 | 2042 |
| 1500 x 1500 | 32544 | 34164 | 32335 | 32872 | 33088 |
| 3000 x 3000 | 347038 | 347697 | 341338 | 345471 | 348654 |

*Para ver el código usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p1multiplicacionmatricesHilos/src/p1multiplicacionmatricesHilosRunnable

### Resultados de ejecución con 4 hilos(Runnable)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 500 x 500 | 210 | 147 | 147 | 218 | 147 |
| 1000 x 1000 | 4606 | 5190 | 5182 | 4744 | 4593 |
| 1500 x 1500 | 26336 | 25185 | 26414 | 25514 | 25801 |
| 3000 x 3000 | 264953 | 255663 | 260090 | 259600 | 259613 |

*Para ver el código usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p1multiplicacionmatricesHilos/src/p1multiplicacionmatricesHilosRunnable

### Resultados de ejecución con 6 hilos(Runnable)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 500 x 500 | 153 | 164 | 115 | 149 | 146 |
| 1000 x 1000 | 5167 | 5119 | 5108 | 4859 | 5104 |
| 1500 x 1500 | 25287 | 25137 | 24782 | 24968 | 25674 |
| 3000 x 3000 | 240289 | 241914 | 242853 | 245258 | 243198 |

*Para ver el código usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p1multiplicacionmatricesHilos/src/p1multiplicacionmatricesHilosRunnable

## Cálculo de números primos

*A la hora de ejecutar el programa cabe destacar que tenía abierto este mismo Word y tres pestañas de Google Chrome.*

*A la hora de la ejecución el ordenador estaba conectado a la fuente de alimentación el cual acelera el rendimiento del ordenador de una manera considerable.*

*Todos los tiempos que se muestran en la tabla de los resultados están en milisegundos y los valores obtenidos son pruebas hechas con el ordenador en la misma situación a la hora de la ejecución.*

*ejecución.*

### Resultados de ejecución con 2 hilos(CompletionService)

### Resultados de ejecución con 4 hilos(CompletionService)

### Resultados de ejecución con 6 hilos(CompletionService)

### Resultados de ejecución con 2 hilos(Runnable)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| Lim 10.000 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| Lim 100.000 | 31 | 28 | 16 | 30 | 33 |
| Lim 1.000.000 | 523 | 542 | 535 | 528 | 505 |
| Lim 100.000.000 | 202762 | 236675 | 237805 | 246883 | 24818 |

*Para ver el código usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p2calculonumerosprimos/src/p2calculonumerosprimosHilosExecutor

### Resultados de ejecución con 4 hilos(Runnable)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| Lim 10000 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| Lim 100.000 | 16 | 16 | 15 | 11 | 16 |
| Lim 1.000.000 | 394 | 449 | 383 | 383 | 390 |
| Lim 100.000.000 | 247167 | 247511 | 246351 | 247846 | 246057 |

*Para ver el código usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p2calculonumerosprimos/src/p2calculonumerosprimosHilosExecutor

### Resultados de ejecución con 6 hilos(Runnable)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| Lim 10.000 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| Lim 100.000 | 32 | 28 | 37 | 31 | 32 |
| Lim 1.000.000 | 280 | 263 | 253 | 260 | 254 |
| Lim 1.00.000.000 | 151959 | 165365 | 128825 | 149738 | 161844 |

*Para ver el código usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p2calculonumerosprimos/src/p2calculonumerosprimosHilosExecutor

## Cálculo del número pi

### Resultados de ejecución con 2 hilos(Callable)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 100.000.000 ciclos | 918 | 904 | 919 | 901 | 925 |
| 1.000.000 ciclos | 16 | 16 | 16 | 16 | 15 |
| 10.000.000.000 ciclos | 91099 | 91469 | 91262 | 91356 | 90689 |

*Para ver el código usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p3calculodepiHilos/src/p3calculodepiHilosCallable

### Resultados de ejecución con 4 hilos(Callable)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 100.000.000 ciclos | 492 | 490 | 520 | 481 | 489 |
| 1.000.000 ciclos | 16 | 16 | 15 | 16 | 11 |
| 10.000.000.000 ciclos | 46515 | 46394 | 46607 | 48394 | 46621 |

*Para ver el código usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p3calculodepiHilos/src/p3calculodepiHilosCallable

### Resultados de ejecución con 6 hilos(Callable)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 100.000.000 ciclos | 568 | 505 | 505 | 507 | 521 |
| 1.000.000 ciclos | 3 | 15 | 16 | 16 | 16 |
| 10.000.000.000 ciclos | 48011 | 46973 | 48642 | 47532 | 47677 |

*Para ver el código usado en esta prueba:* https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p3calculodepiHilos/src/p3calculodepiHilosCallable

### Resultados de ejecución con 2 hilos(ForkJoin)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 100.000.000 ciclos | 8404 | 8423 | 9243 | 8916 | 8720 |
| 1.000.000 ciclos | 105 | 100 | 100 | 85 | 115 |
| 10.000.000.000 ciclos | 85551 | 84778 | 84569 | 84102 | 84986 |

*Para ver el código usado en esta prueba:*

https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p3calculodepiHilos/src/p3calculodepiHilosForkJoin

### Resultados de ejecución con 4 hilos(ForkJoin)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 100.000.000 ciclos | 4601 | 4979 | 4677 | 4581 | 4521 |
| 1.000.000 ciclos | 54 | 47 | 54 | 47 | 53 |
| 10.000.000.000 ciclos | 45947 | 45307 | 45437 | 45637 | 45500 |

*Para ver el código usado en esta prueba:*

https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p3calculodepiHilos/src/p3calculodepiHilosForkJoin

### Resultados de ejecución con 6 hilos(ForkJoin)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 100.000.000 ciclos | 285 | 321 | 285 | 301 | 300 |
| 1.000.000 ciclos | 11 | 38 | 1 | 15 | 15 |
| 10.000.000.000 ciclos | 30377 | 30864 | 28427 | 28542 | 28533 |

*Para ver el código usado en esta prueba:*

https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p3calculodepiHilos/src/p3calculodepiHilosForkJoin

### Resultados de ejecución con 2 hilos(Thread)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 100.000.000 ciclos | 933 | 938 | 934 | 937 | 933 |
| 1.000.000 ciclos | 16 | 16 | 22 | 16 | 16 |
| 10.000.000.000 ciclos | 91285 | 91220 | 91133 | 90637 | 91509 |

*Para ver el código usado en esta prueba:*

https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p3calculodepiHilos/src/p3calculodepiHilosThread

### Resultados de ejecución con 4 hilos(Thread)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 100.000.000 ciclos | 608 | 486 | 540 | 484 | 487 |
| 1.000.000 ciclos | 18 | 15 | 31 | 9 | 19 |
| 10.000.000.000 ciclos | 46358 | 47792 | 47169 | 47102 | 47656 |

*Para ver el código usado en esta prueba:*

https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p3calculodepiHilos/src/p3calculodepiHilosThread

### Resultados de ejecución con 6 hilos(Thread)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ejecución  1º | Ejecución  2º | Ejecución  3º | Ejecución  4º | Ejecución  5º |
| 100.000.000 ciclos | 504 | 494 | 502 | 503 | 501 |
| 1.000.000 ciclos | 18 | 16 | 31 | 0 | 3 |
| 10.000.000.000 ciclos | 46492 | 47745 | 50161 | 47409 | 48000 |

*Para ver el código usado en esta prueba:*

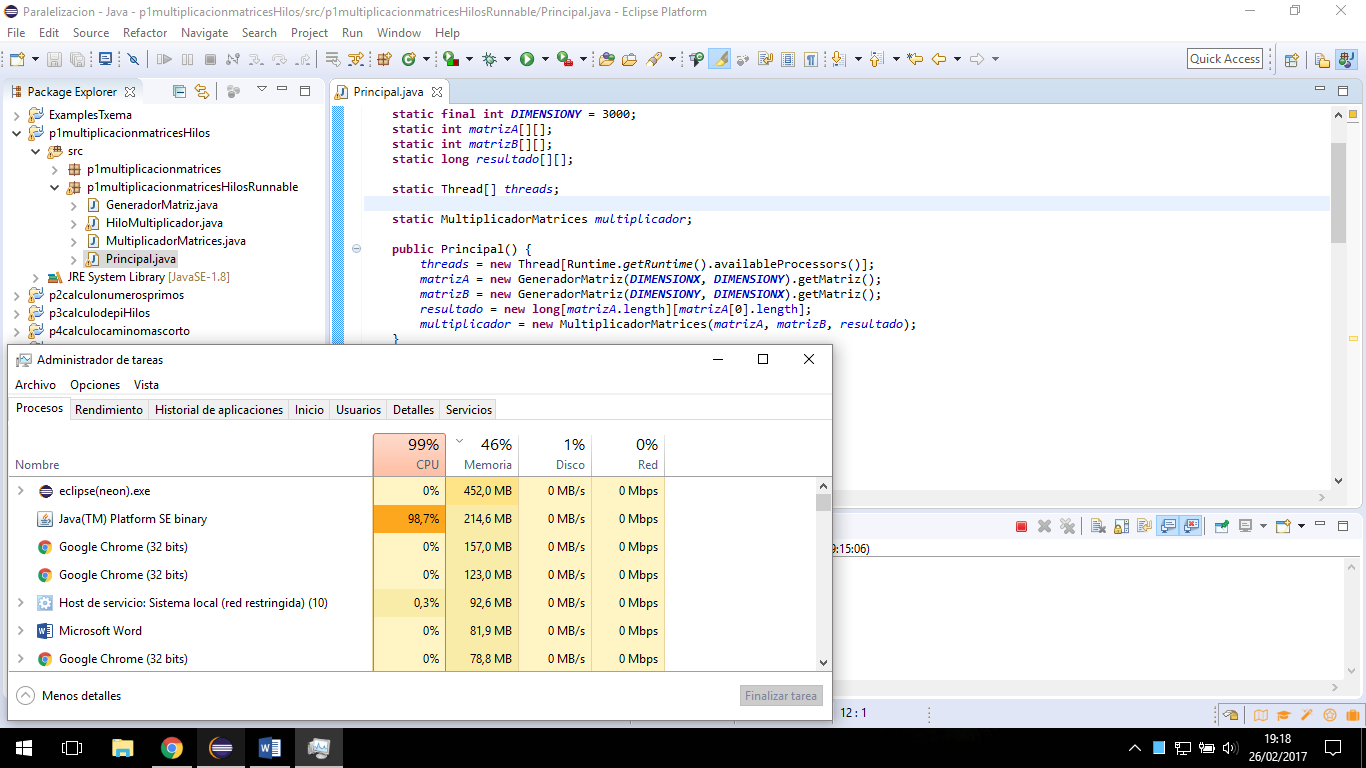
https://github.com/jaure96/Paralelizacion/tree/master/p3calculodepiHilos/src/p3calculodepiHilosThread

## Cálculo del camino más corto

## Difusión del calor en una malla

## CONCLUSIONES

1. Es curioso ver como aumenta el uso de la CPU cuando ejecutas los programas. He ejecutado un programa con 4 hilos(numero de procesadores de mi ordenador)C y la CPU se ha disparado al 99% de su capacidad, tal y como se puede ver en la imagen posterior



También es interesante ver que cuando ejecutas dos hilos la carga del procesador baja al 50% y aumenta de una manera considerable los tiempos de ejecución.