

Multiprocesamiento en Lenguaje C

Conceptos básicos de la computación paralela

Proyecto PAPIME PE104911

Pertinencia de la enseñanza del cómputo paralelo en el
currículo de las ingenierías

Conceptos básicos de la computación paralela

Sistemas de Multiprocesamiento:

- Sistemas de cómputo que cuentan con varias unidades de procesamiento

Conceptos básicos de la computación paralela

Sistemas de multiprocesamiento:

- Supercomputadoras
- Clusters
- Grids computacionales
- Computadoras personales con tecnología multicore

Conceptos básicos de la computación paralela

Sistemas de multiprocesamiento

- ¿Para qué?
- ¿Quién las utiliza?
- ¿Cuáles son los problemas que se presentan en su uso?

Conceptos básicos de la computación paralela
Sistemas de multiprocesamiento

Demandas de la Aplicación

- -*Cómputo científico*: Biología, Química, Física, ...
- -*Cómputo de propósito especial*: Video, Gráficas, CAD, Bases de datos, ...

Conceptos básicos de la computación paralela

Sistemas de multiprocesamiento

Ejemplos

- Modelización y predicción **meteorológica** y **climática**.
- Modelización molecular en la industria **farmacéutica**.
- Diseño de estructuras en **arquitectura** e **ingeniería**.
- **Genoma** humano.
- Modelización en **finanzas** y **economía**.
- Diseño y validación de **semiconductores**.
- Búsqueda en el **Web**.
- Modelización en **medicina**: p.ej., experimentación de nuevas válvulas cardíacas.
- Procesamiento de **transacciones**.
- Procesamiento de **voz** y de **imágenes**.
- **Petroleo (análisis de reservas)**
- **Automotriz** (simulación de choques, análisis de arrastre, eficiencia de combustión),
- **Aeronáutica** (análisis de flujo de aire, eficiencia de motores,
- **Mecánica** estructural, electromagnetismo),
- **Visualización**
 - Entretenimiento (películas como Toy Story)
 - Arquitectura (simulaciones 3D y dibujos a color)
- **Modelado financiero**

Proyecto PAPIME PE104911

Laura Sandoval - Karen Sáenz - Oscar Valdez

Cómputo Paralelo

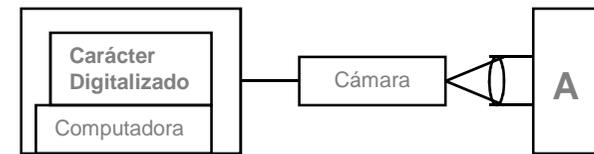
- Uso simultáneo de múltiples recursos computacionales para resolver un problema computacional.
- Recursos de cómputo:
 - Una computadora con una o más unidades de procesamiento
 - Varias computadoras interconectadas
 - Combinación de los anteriores

¿Porqué estudiar arquitecturas paralelas?

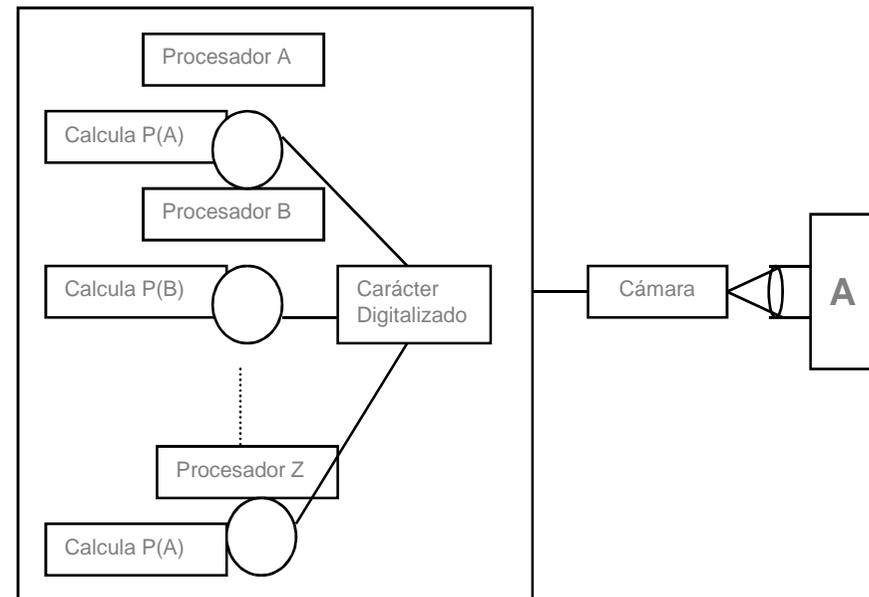
Poder diseñar y planear varios niveles de un sistema computacional para maximizar el *rendimiento* y *programabilidad* dentro de los límites de la *tecnología* y costo.

Computadora Paralela y Secuencial

Computadora secuencial



Computadora paralela



Arquitecturas

- ¿Existe una clasificación única de arquitecturas de computadoras ?
- ¿Qué clasificaciones existen?

Taxonomía J.M. Flynn

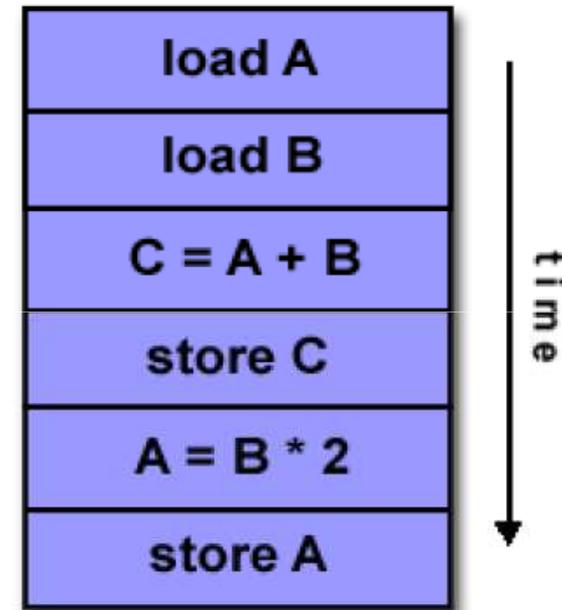
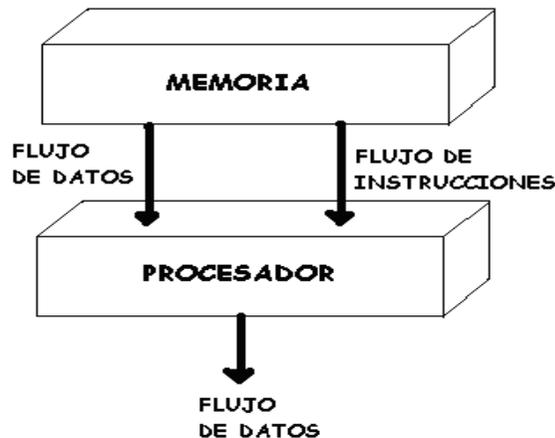
- Clasificación de acuerdo a la manipulación de datos e instrucciones
- Se basa en el número de instrucciones y de la secuencia de datos que la computadora utiliza para procesar información.

Taxonomía de Flynn

- Puede haber secuencias de instrucciones sencillas o múltiples y secuencias de datos sencillas o múltiples.
 - a) SISD
 - b) MISD
 - c) SIMD
 - d) MIMD

Single Instruction, Single Data (SISD)

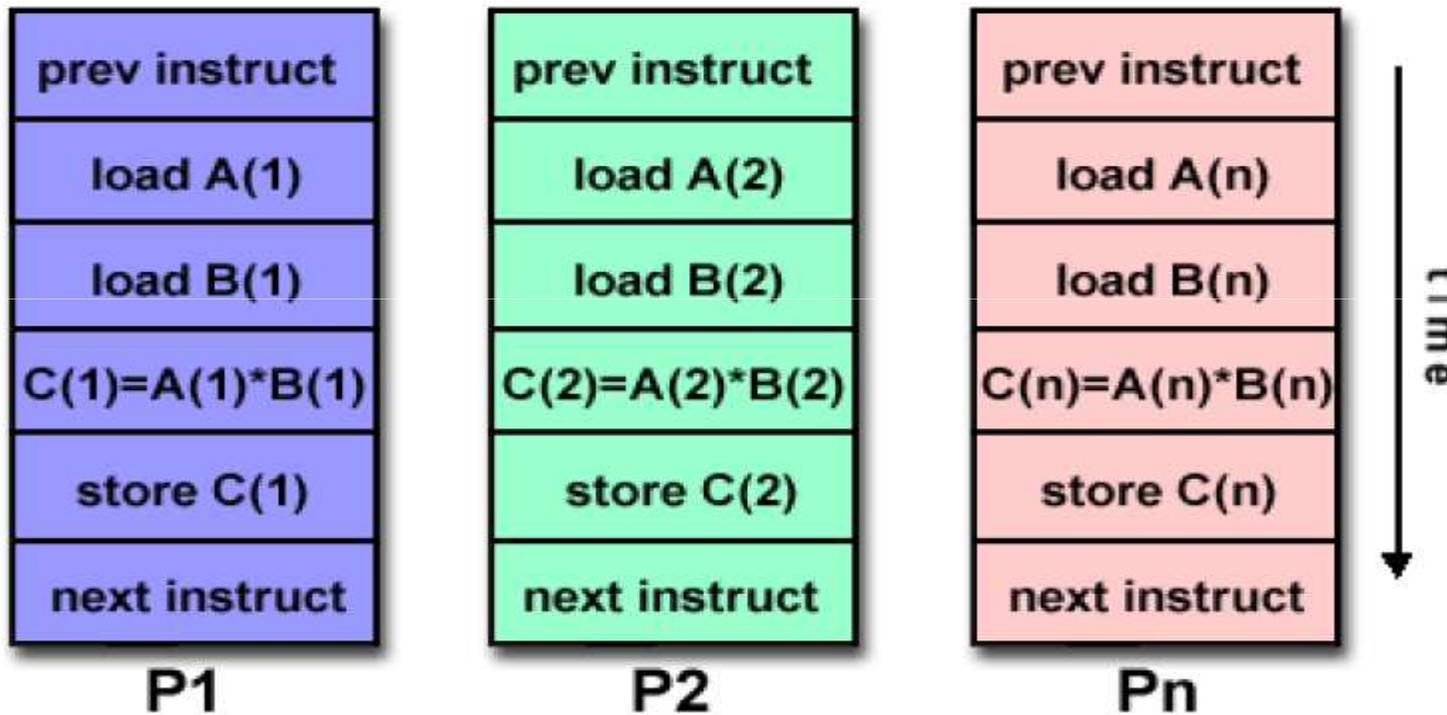
- Una computadora serial (no-paralelo)
- Ejemplos: PCs y workstations de un sólo CPU



Single Instruction, Multiple Data (SIMD)

- Dos variedades:
 - Arreglo de Procesadores: Connection Machine CM-2, Maspar MP-1, MP-2
 - Vectorial: IBM 9000, Cray C90, Fujitsu VP, NEC SX-2, Hitachi S820

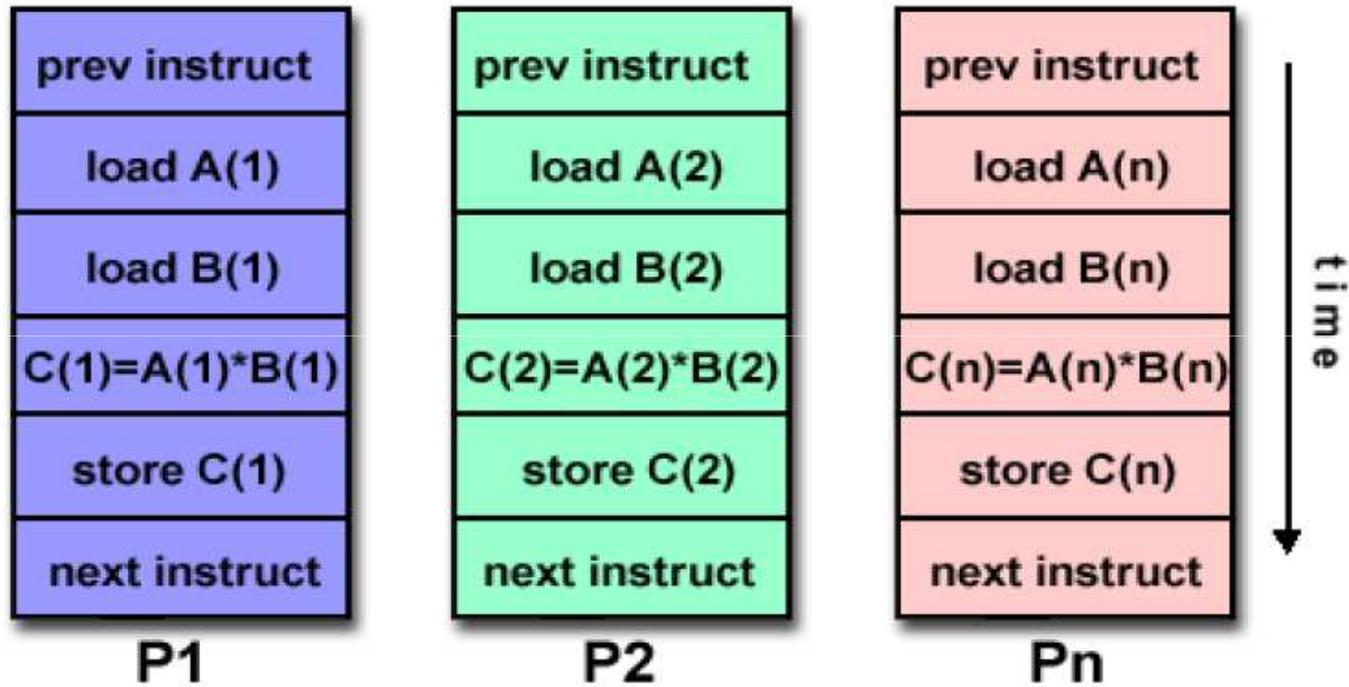
SIMD



Multiple Instruction, Multiple Data (MIMD)

- Ejemplos: supercomputadores actuales, redes de computadoras "grids", SMP

MIMD



Multiple Instruction, Single Data (MISD)

- Pocas
- Ejemplos:
 - Filtros de múltiple frecuencia operando en una única señal o Múltiples algoritmos de criptografía actuando en un mensaje codificado.

Arquitecturas Paralelas

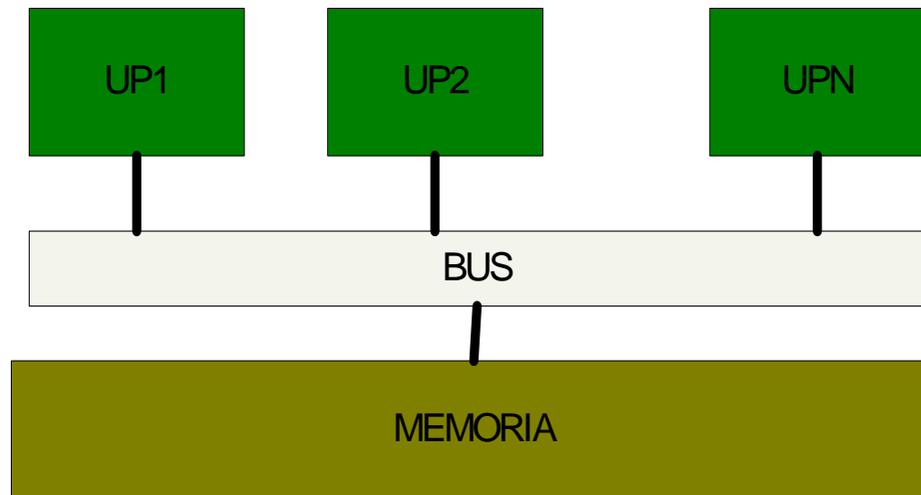
Clasificación Contemporánea

- Surgen diversos sistemas de computación de alto desempeño. Su taxonomía se basa en sus procesadores, memoria e interconexión.
 - MPP (Massively Parallel Processors)
 - SMP (Symmetric Multiprocessors)
 - CC-NUMA (Cache Coherent Nonuniform Memory Access)
 - Sistemas Distribuidos
 - Clusters
- etc...

Arquitecturas de Memoria en Computadoras Paralelas

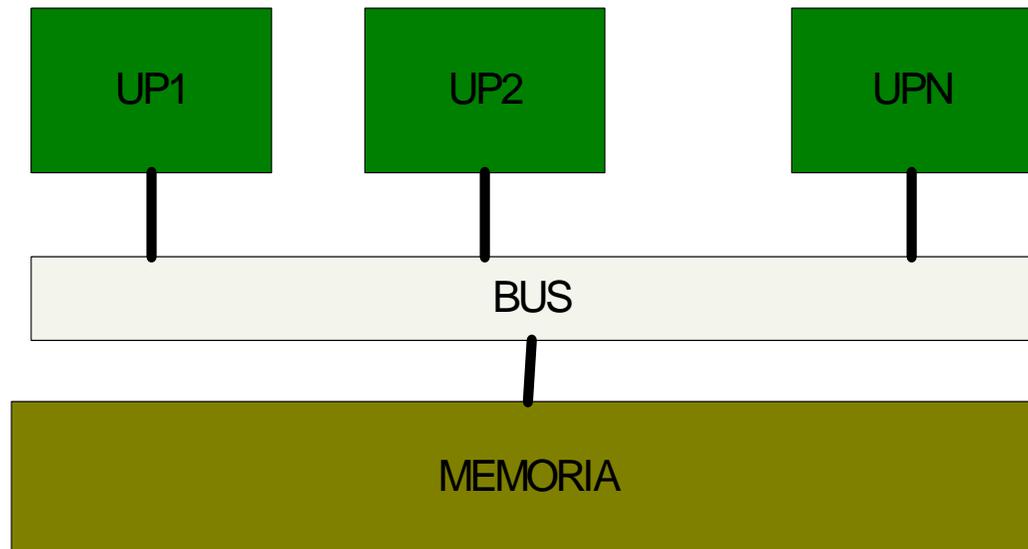
Memoria Compartida

- Modelos UMA, NUMA, COMA

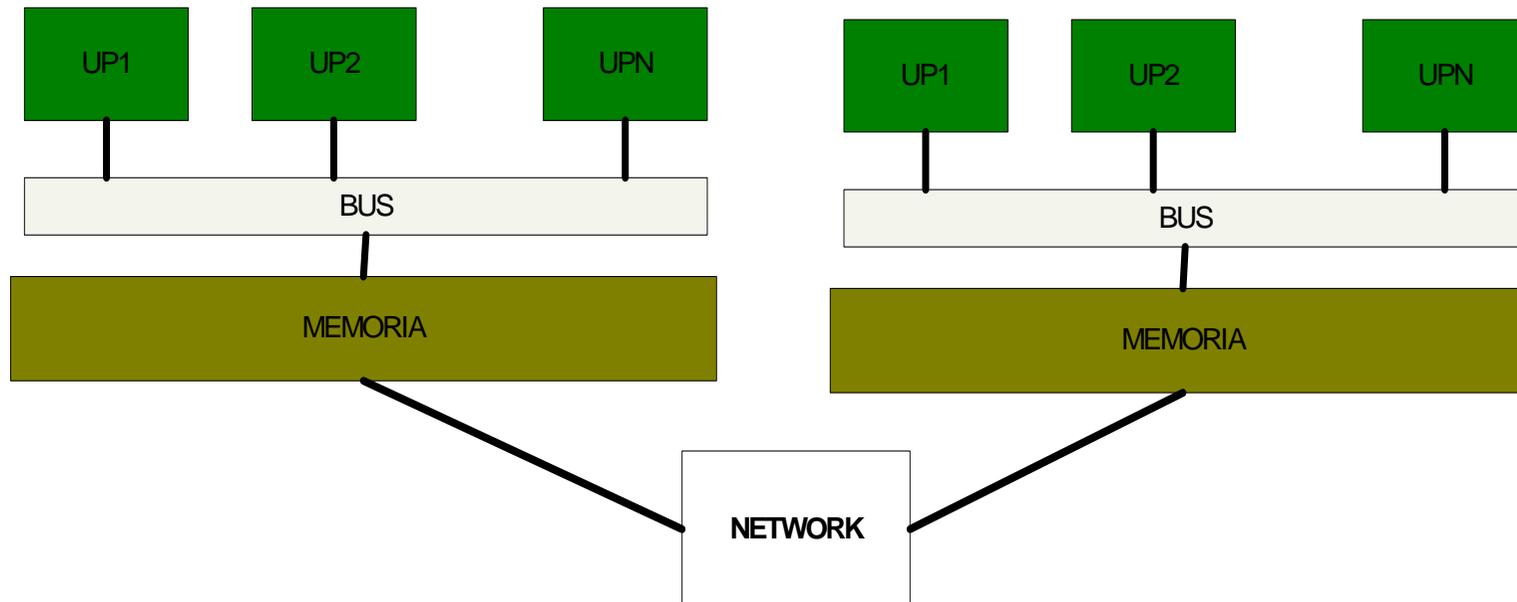


UMA Uniform Memory Access

- Multiprocesadores simétricos- SMP
- Algunas veces llamadas CC-UMA - Cache Coherent UMA.



NUMA Non Uniform Memory Access



- Enlazando físicamente dos o más SMPs
- El acceso a la memoria es lento
- Si se mantiene la coherencia de cache son llamados CC-NUMA - Cache Coherent NUMA

CC-NUMA

- Sistema de memoria físicamente distribuida, pero los diferentes procesadores acceden a ella como si fuera una sola

Ventajas y Desventajas

Ventajas:

- Facilidad de programación al usuario
- El intercambio de datos entre las tareas es rápido y uniforme

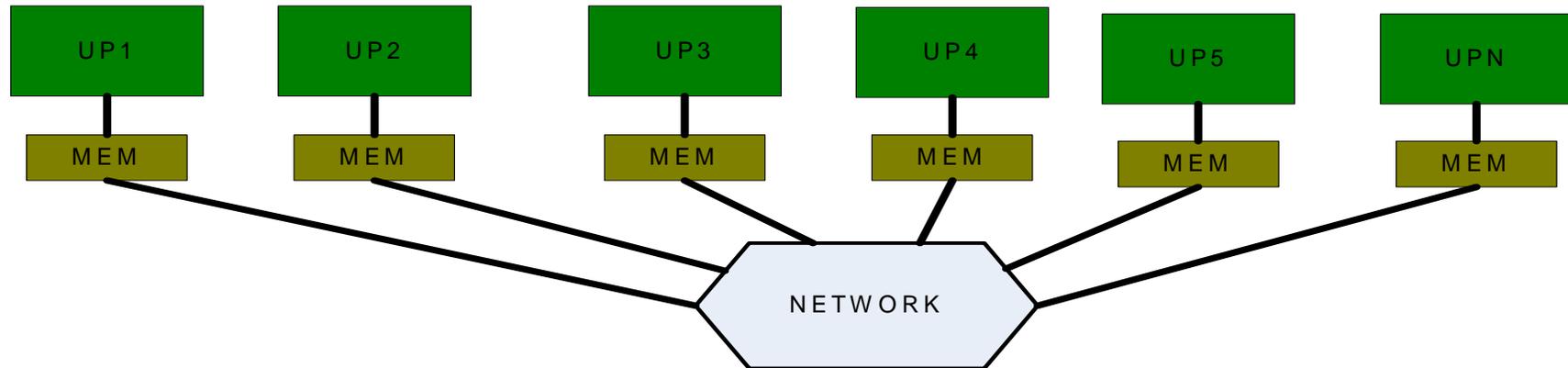
Desventajas

- Pérdida de escalabilidad entre la memoria y CPUs.
- El programador es el responsable para construir la sincronización
- Es costoso diseñar y producir máquinas de memoria compartida con un gran número de procesadores

Sistemas de Memoria Compartida

- SGI Origin
- HP Convex Exempler
- Cray T90/J90
- NEC SX-4
- Sun Enterprise

Memoria Distribuida



Ventajas y Desventajas

Ventajas

- La memoria es escalable al número de procesadores.
- Cada procesador puede acceder a su propia memoria sin interferencia

Desventajas

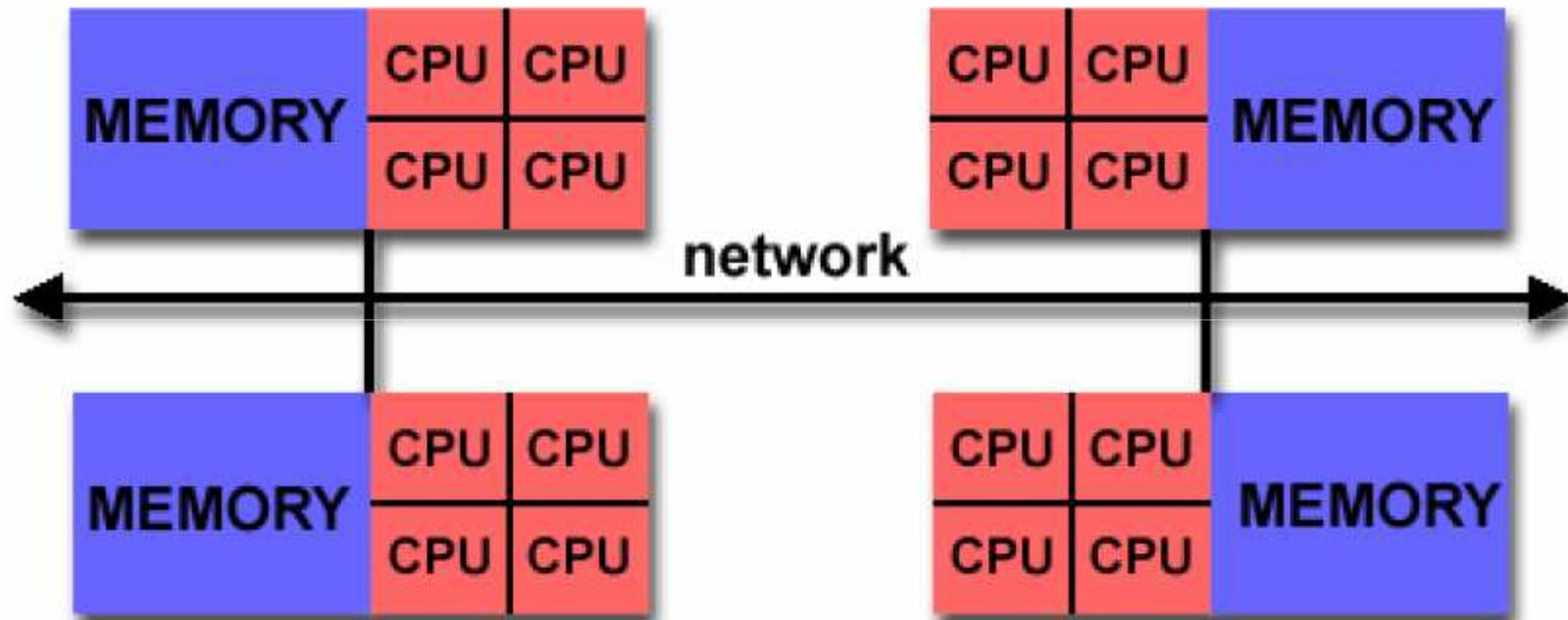
- Cuellos de botella (red)
- Dificultad para asignar estructuras de datos existentes a esta organización de memoria
- El usuario es el responsable para enviar y recibir datos a través de los procesadores

Memoria Compartida-Distribuida

¿Cómo?

- Varios SMPs son conectados por una red
- Múltiples procesadores de memoria distribuida conectados a una gran memoria compartida

Memoria Compartida Distribuida



Conceptos básicos de la computación paralela

El multiprocesamiento en la actualidad

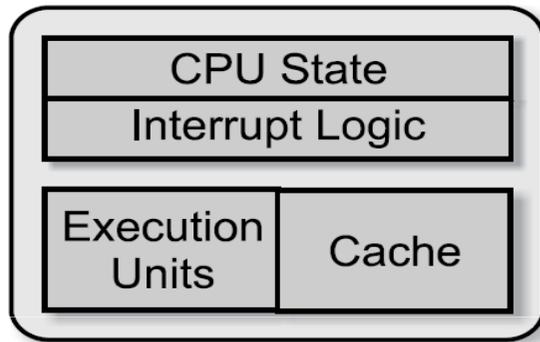
Características de las computadoras más poderosas:
<http://www.top500.org/>



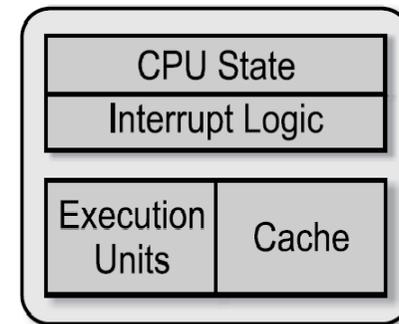
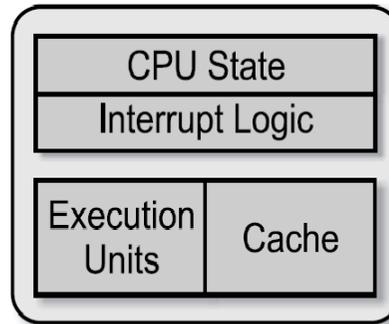
Proyecto PAPIME PE104911
Laura Sandoval - Karen Sáenz - Oscar Valdez

Conceptos básicos de la computación paralela

Tecnología Multicore



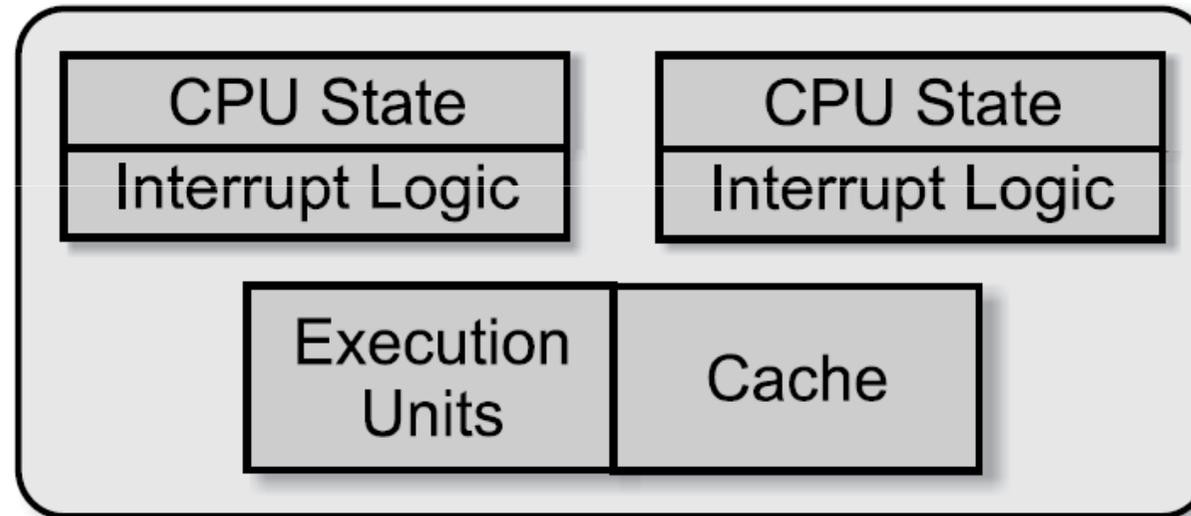
A) Single Core



B) Multiprocessor

Conceptos básicos de la computación paralela

Tecnología Multicore

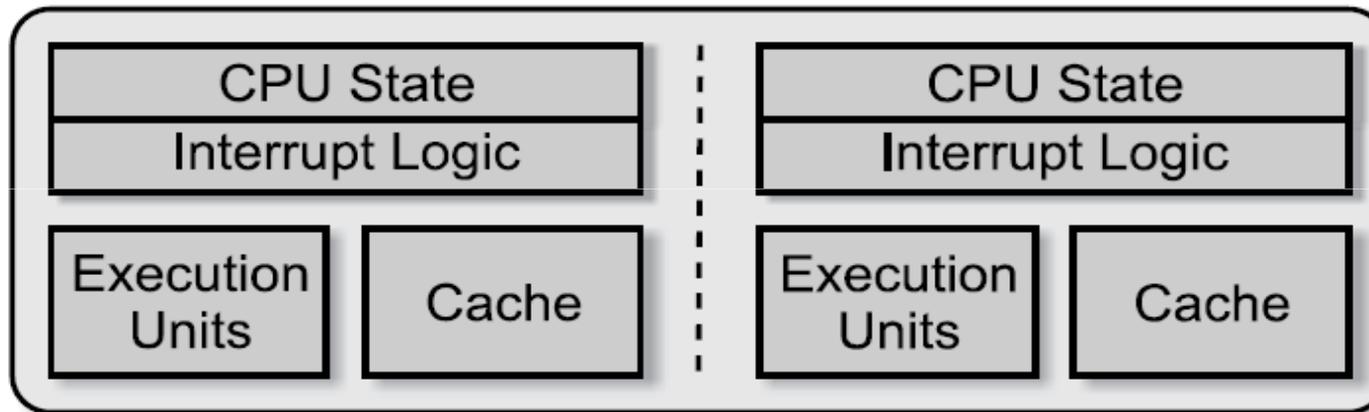


C) Hyper-Threading Technology

Proyecto PAPIME PE104911
Laura Sandoval - Karen Sáenz - Oscar Valdez

Conceptos básicos de la computación paralela

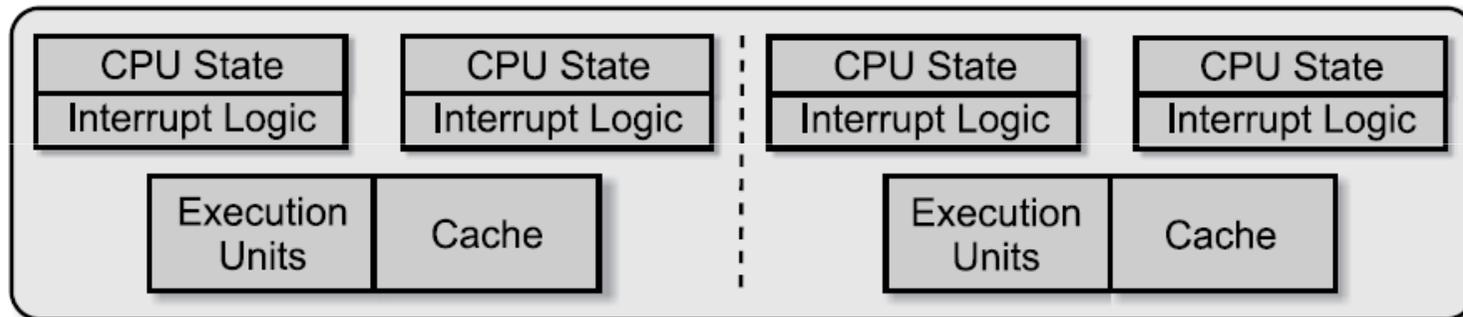
Tecnología Multicore



D) Multi-core

Conceptos básicos de la computación paralela

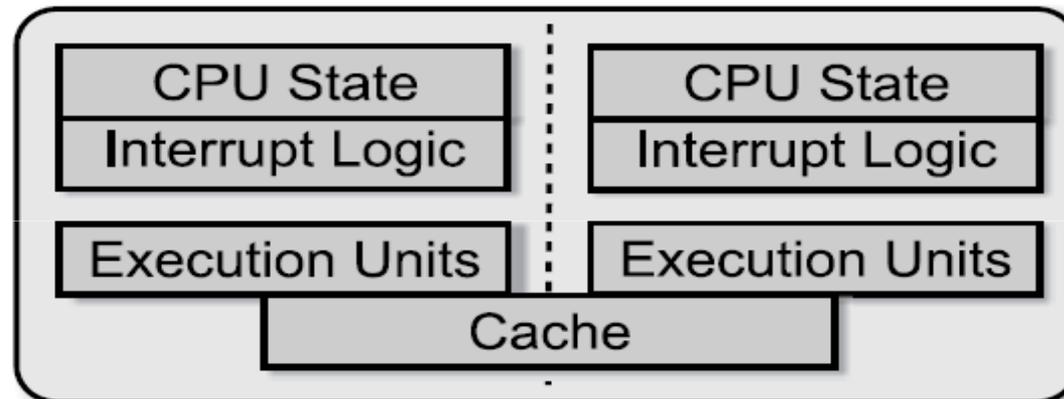
Tecnología Multicore



F) Multi-core with Hyper-Threading Technology

Conceptos básicos de la computación paralela

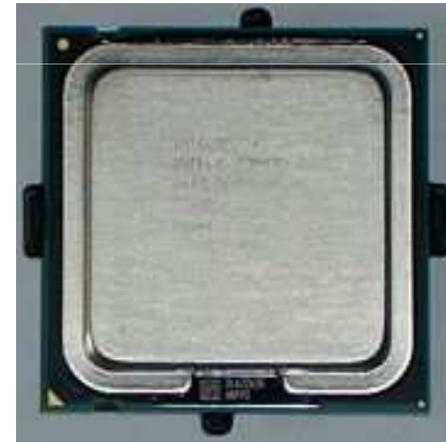
Tecnología Multicore



E) Multi-core with Shared Cache

Conceptos básicos de la computación paralela Tecnología Multicore

- Un CPU multinúcleo, multi-core o multiprocesador a nivel chip (CMP) combina dos o más núcleos independientes en un solo paquete o circuito integrado (IC)



Conceptos básicos de la computación paralela Tecnología Multicore

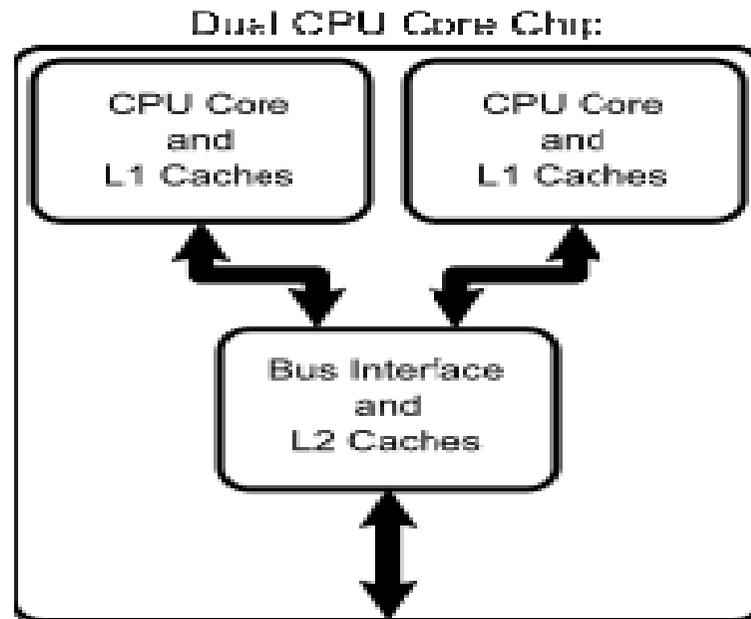
- Un procesador multi-núcleo implementa multiprocesamiento en un solo paquete.
- Un procesador con todos los núcleos en un solo encapsulado es llamado procesador monolítico.

Conceptos básicos de la computación paralela Tecnología Multicore

- Los núcleos en un sistema multi-núcleo generalmente comparten el nivel más alto de la memoria cache dentro del mismo encapsulado; aunque también pueden tener caches separadas, por ejemplo en los procesadores AMD actuales.
- También comparten la misma interconexión con el resto del sistema.

Conceptos básicos de la computación paralela

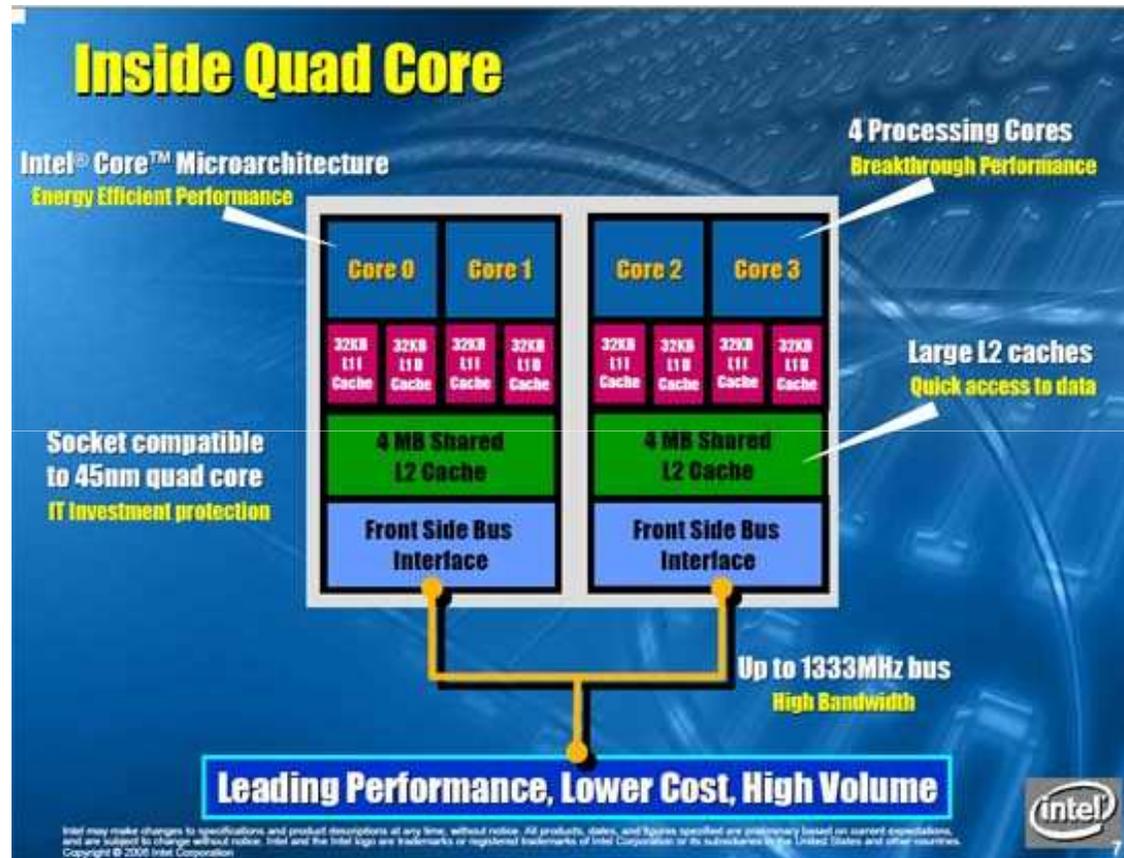
Tecnología Multicore



Proyecto PAPIME PE104911
Laura Sandoval - Karen Sáenz - Oscar Valdez

Conceptos básicos de la computación paralela

Tecnología Multicore



Proyecto PAPIME PE104911
Laura Sandoval - Karen Sáenz - Oscar Valdez

Conceptos básicos de la computación paralela

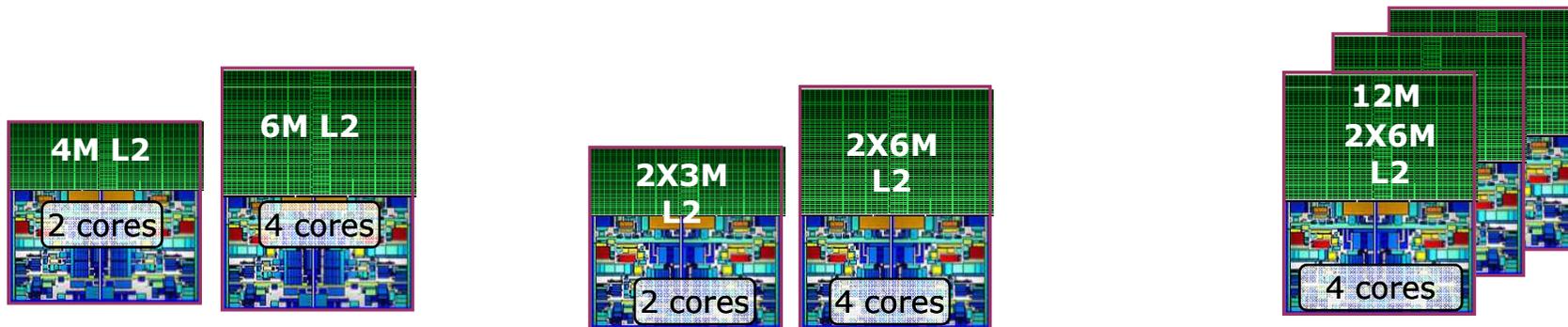
Tecnología Multicore

- Cada núcleo implementa independientemente optimizaciones como tales como :
- Ejecución superescalar
- Pipelining (segmentación de instrucciones)
- Multi Hilos

Intel® Core 2 Architecture

Snapshot in time during Penryn, Yorkfield, harpertown

Software developers should know number of cores, cache line size and cache sizes to tackle Cache Effects materials



Mobile Platform Optimized

- 1-4 Execution Cores
- 3/6MB L2 Cache Sizes
- 64 Byte L2 cache line
- 64-bit

Desktop Platform Optimized

- 2-4 Execution Cores
- 2X3, 2X6 MB L2 Cache Sizes
- 64 Byte L2 Cache line
- 64-bit

Server Platform Optimized

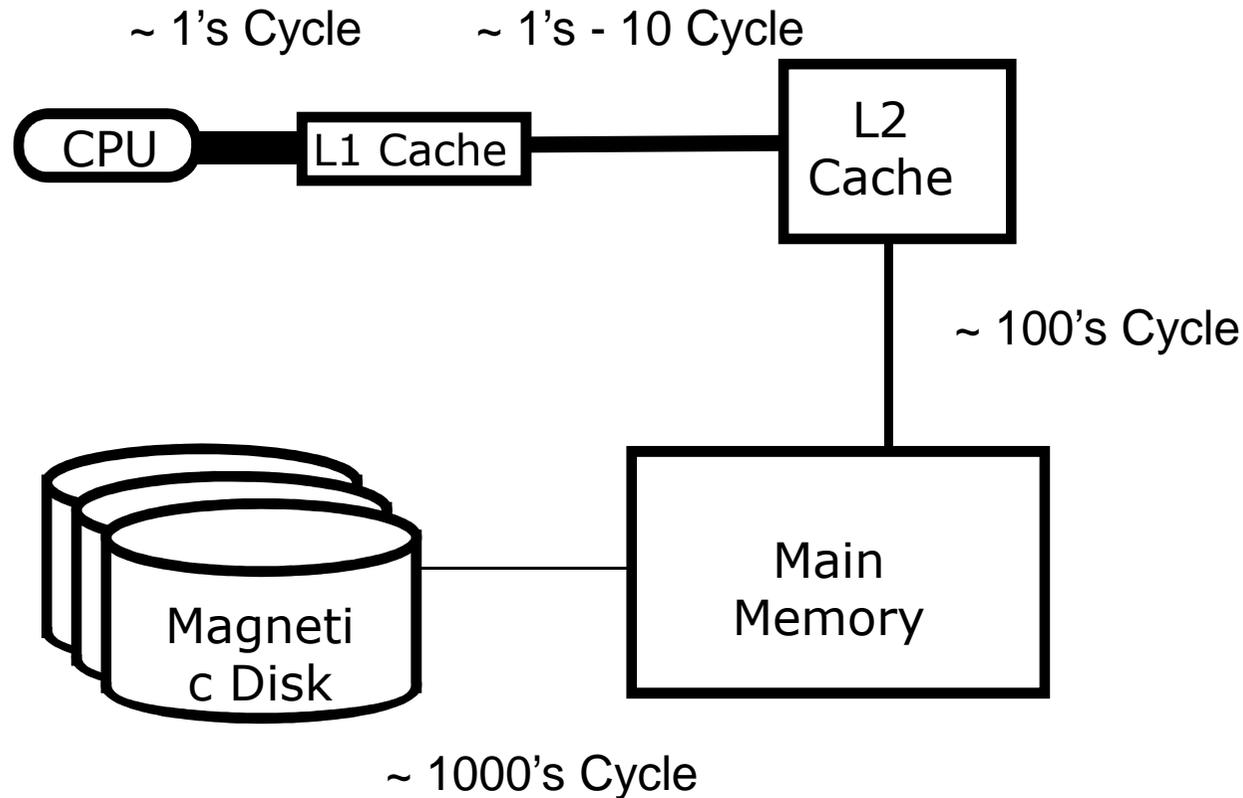
- 4 Execution Cores
- 2x6 L2 Caches
- 64 Byte L2 Cache line
- DP/MP support
- 64-bit

Proyecto PAPIME PE104911
Laura Sandoval - Karen Sáenz - Oscar Valdez

Conceptos básicos de la computación paralela

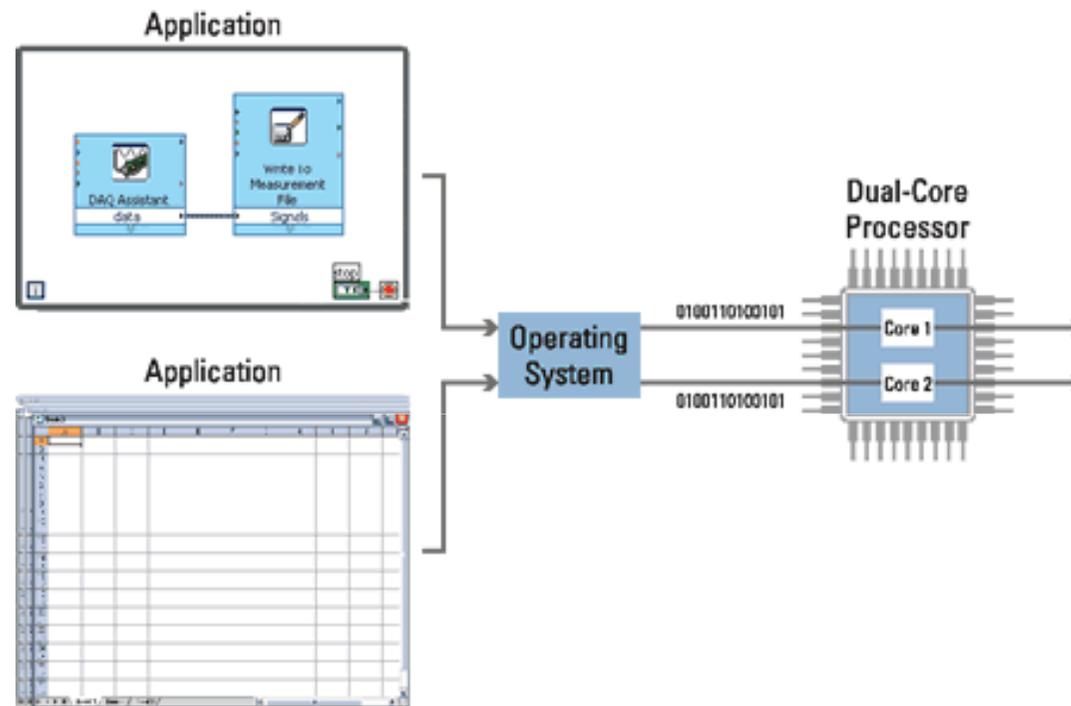
Tecnología Multicore

Jerarquía de memoria



Conceptos básicos de la computación paralela

Tecnología Multicore



- Sistema con un procesador doble núcleo, ejecutando dos tareas a la vez (en paralelo).

Proyecto PAPIME PE104911
Laura Sandoval - Karen Sáenz - Oscar Valdez

Conceptos básicos de la computación paralela Tecnología Multicore

- Un sistema con n núcleos es efectivo cuando funciona con n o más hilos concurrentemente.

Conceptos básicos de la computación paralela

Tecnología Multicore

Ventajas

- Al estar los núcleos en el mismo encapsulado la circuitería de la cache funciona mucho más rápido.
- Requieren menos energía para igualar el desempeño de dos procesadores separados. Lo que se puede traducir en mayor duración de la batería en equipos portátiles
- Comparten elementos como la cache L2 y el Bus Frontal (FSB)

Conceptos básicos de la computación paralela Tecnología Multicore

Ventajas

- Multi-tareas
- Multi-hilos
- Uso más eficiente del CPU
- Mayor confiabilidad del sistema, que es menos propenso a congelarse.

Conceptos básicos de la computación paralela

Tecnología Multicore

Desventajas

- Se requiere ajustar software preparado para obtener mejor rendimiento de los núcleos
- Al trabajar rápidamente el ancho de banda de la memoria y el del bus frontal pueden verse limitados para igualar la velocidad del procesador