

75.03 & 95.57 Organización del Computador

# U5 – COMPONENTES DE UN COMPUTADOR PROCESADOR

# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

- Arquitectura de procesadores
  - Historia
    - Primero orientado al hardware (hasta los '70)
    - Luego orientado al software (a partir de los '80)
  - CISC vs RISC

# U5 – Componentes de un computador

- ◎ CISC (Complex Instruction Set Computer)
  - Pocos registros de procesador (especializados)
  - Set de Instrucciones amplio
  - Muchas instrucciones para trabaja con memoria
  - Microarquitectura en software/hardware compleja
  - Instrucciones complejas (más de un ciclo de reloj)
  - Varios modos de direccionamiento
  - Muchos tipos de datos
  - Muchos formatos de instrucción (variables o híbridos)
  - Orientado al hardware, compiladores relativamente simples (tamaño de código pequeño)
  - Ejemplos: VAX, Intel x86 (hasta IA -32), Intel-64, IBM Mainframe, Motorola 68k

# U5 – Componentes de un computador

- ⦿ RISC (Reduced Instruction Set Computer)
  - Muchos registros de procesador de uso general
  - Set de Instrucciones pequeño
  - Solo acceso a memoria a través de LOAD/STORE
  - Microarquitectura en hardware simple
  - Instrucciones simples (un ciclo de reloj)
  - Pocos modos de direccionamiento
  - Pocos tipos de datos
  - Pocos formatos de instrucción (fijos)
  - Orientado al software, compiladores relativamente complejos (tamaño de código largo)
  - Ejemplos: SPARC, MIPS, ARM, Intel Itanium (IA-64)

# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

- Arquitectura de procesadores

- Ecuación de Performance

- MIPS rate = Frecuencia del reloj en MHz ( $f$ ) \*  
Instrucciones por ciclo (IPC)

- Uniprosesadores

- Taxonomía de Flynn

- SISD (Single Instruction Single Data)  
(Uniprosesadores)

- SIMD (Single Instruction Multiple Data)

- MISD (Multiple Instruction Single Data) (No comercial)

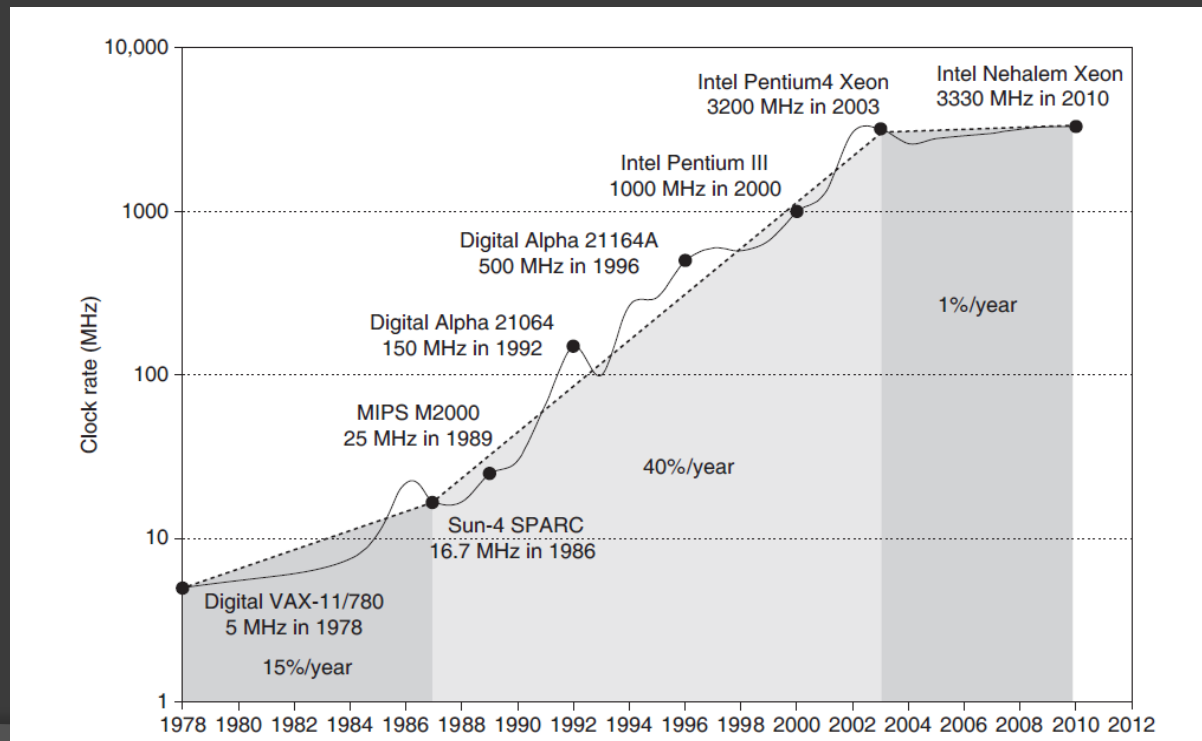
- MIMD (Multiple Instruction Multiple Data)

- Limitación de la velocidad del reloj (calor)

# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

- Arquitectura de procesadores
  - Velocidad de reloj (uniprocesadores)



# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

- Arquitectura de procesadores
  - Paralelismo
    - Técnicas
      - A nivel instrucción
        - Pipelining
        - Dual pipelining
        - Superscalar
        - Multithreading
      - A nivel procesador
        - Procesadores paralelos de datos
        - Multiprocesadores
        - Multicomputadores

# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

### • Paralelismo

#### ○ A nivel instrucción

##### • Pipelining (Stages)

- Solapa la ejecución de las instrucciones para reducir el tiempo total de una secuencia de instrucciones
- Ejecuta una instrucción por ciclo de reloj
- Control de dependencia entre las instrucciones (compilador o hardware)
- Ej. Intel 486

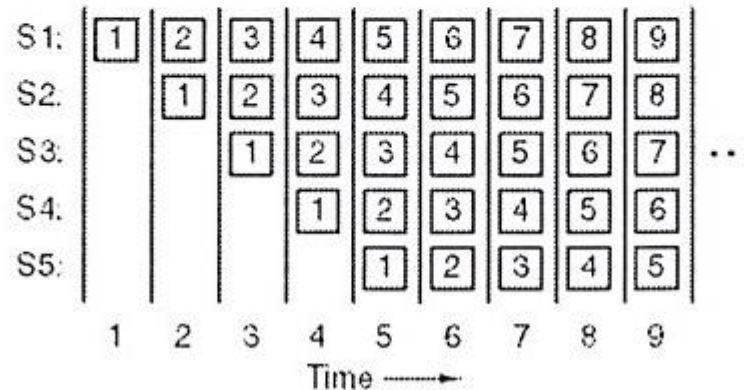


# U5 – Componentes de un computador

- Procesador
  - Pipelining (Stages)



(a)



(b)

# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

- Paralelismo

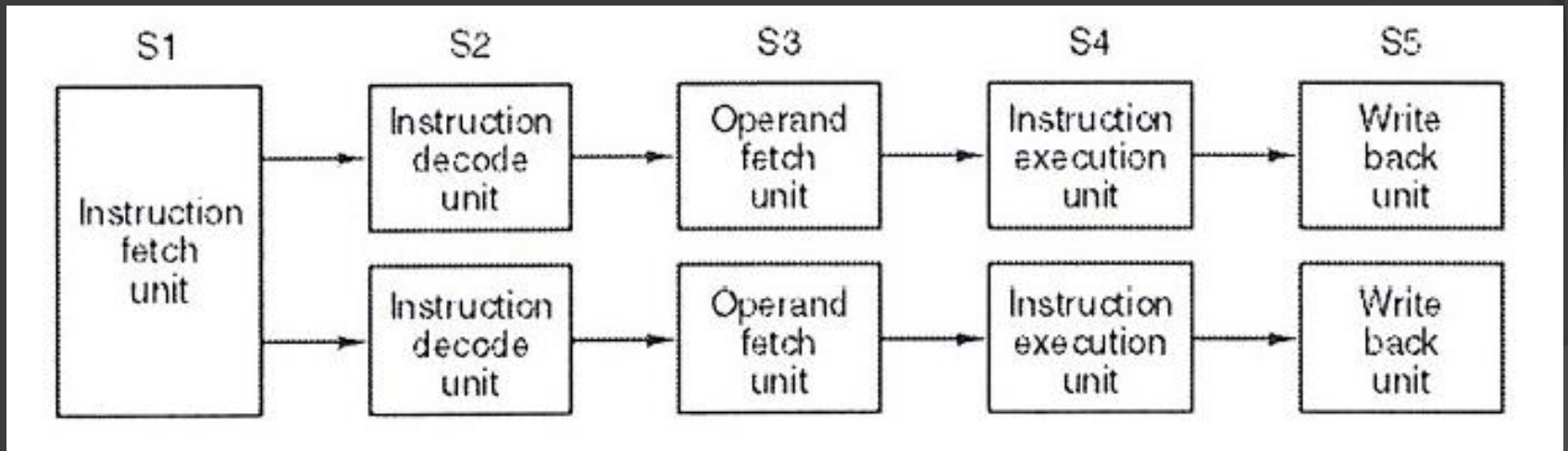
- A nivel instrucción

- Dual Pipelining

- Ejecuta dos instrucciones por ciclo de reloj
      - Ej. Intel Pentium

# U5 – Componentes de un computador

- Procesador
  - Dual Pipelining



# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

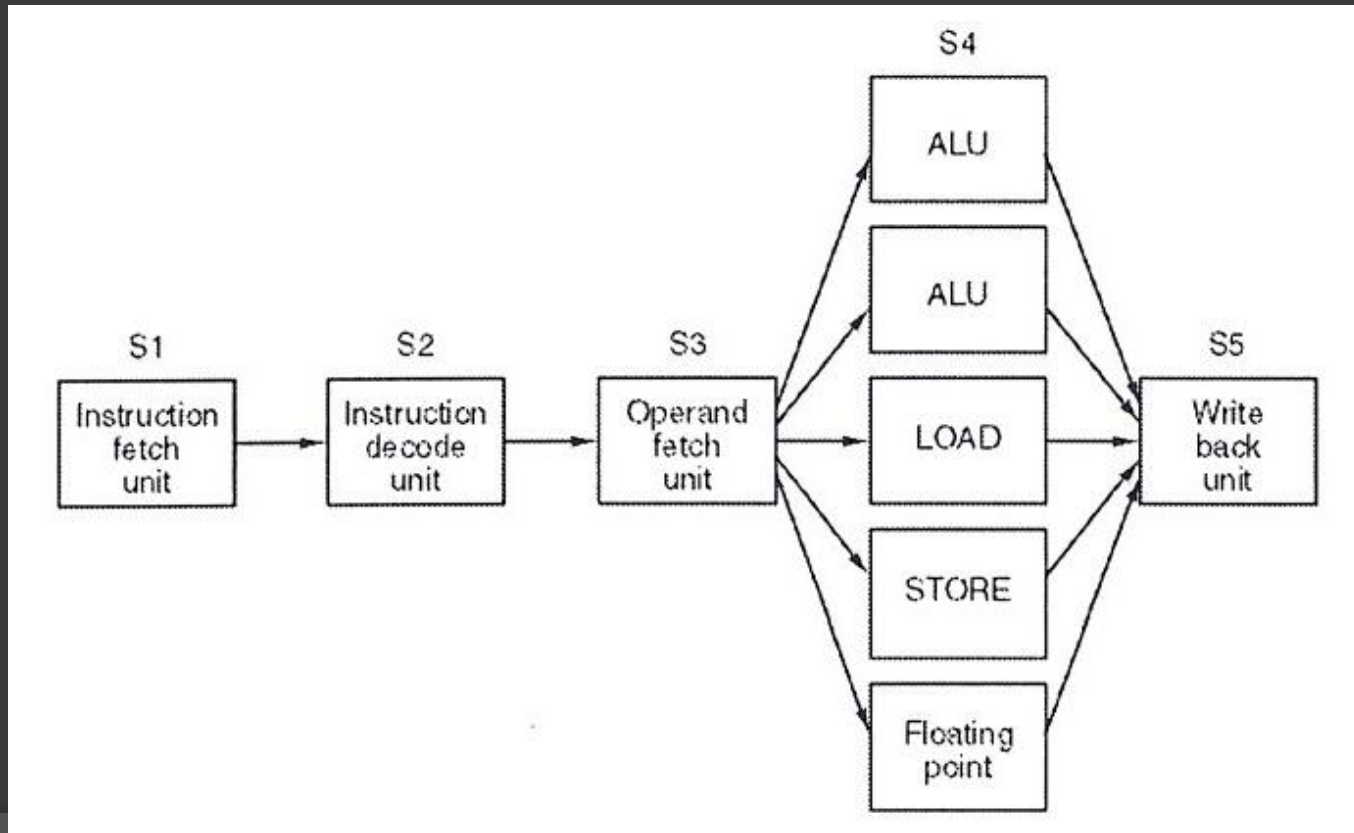
### • Paralelismo

#### ○ A nivel instrucción

- Superscalar (múltiples unidades funcionales)
  - Ejecuta más de una instrucción por ciclo de reloj
  - N-way / N-issue (N entre 3 y 6)
  - Ej. Intel Core

# U5 – Componentes de un computador

- Procesador
  - Superescalar



# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

### • Paralelismo

#### ○ A nivel instrucción

##### • Hardware multithreading

- Busca incrementar el uso del CPU intercambiando la ejecución entre threads (hilos de ejecución) cuando uno está frenado por alguna causa
- Thread: Contiene un PC, un conjunto de registros y la pila (stack). Comparten un mismo address space. Se los conoce como “lightweight processes”
- Proceso: Puede tener uno o más threads, contiene un address space y un estado gestionado por el S.O.
- El cambio de contexto entre threads es “liviano” (en un mismo ciclo de reloj) en comparación con los procesos, que requieren del S.O.

# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

### • Paralelismo

#### ○ A nivel instrucción

##### • Hardware multithreading

- Fine-grained multithreading: se intercambia el uso del procesador entre threads luego de la ejecución de cada instrucción.

Ej. Procesadores Intel IA-32

- Coarse-grained multithreading: se intercambia el uso del procesador entre threads solo luego de algún evento significativo, como puede ser un page fault o un “cache miss”. En este último caso se cambia la ejecución a otro thread en vez de esperar el acceso más lento a la memoria principal.

Ej. Intel Itanium 2

# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

### • Paralelismo

#### ○ A nivel procesador

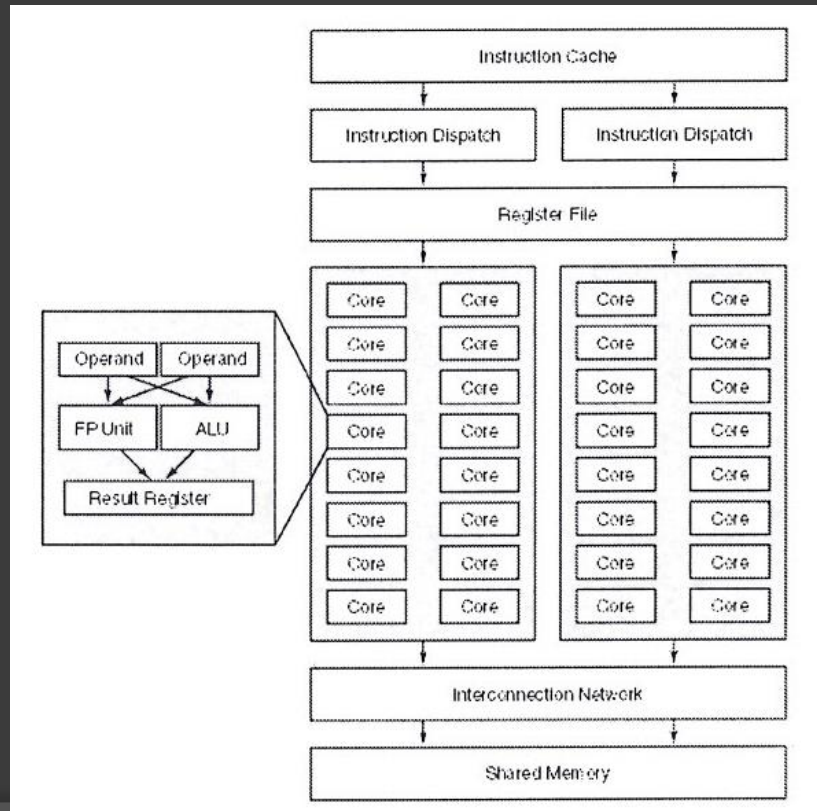
- Procesadores paralelos de datos
  - Una sola unidad de control
  - Múltiples procesadores
- Métodos
  - SIMD – Single Instruction Multiple Data
    - Múltiples procesadores ejecutan la misma secuencia de pasos sobre un conjunto diferente de datos
    - Ej. GPU (Nvidia Fermi GPU)
  - Vectoriales
    - Similar a SIMD
    - Registro vectorial: conjunto de registros convencionales que se cargan desde memoria en una sola instrucción.
    - Se opera por pipelining
    - Ej. Intel Core (SSE – Streaming SIMD Extension)



# U5 – Componentes de un computador

## ● Procesador

- SIMD – Single Instruction Multiple Data

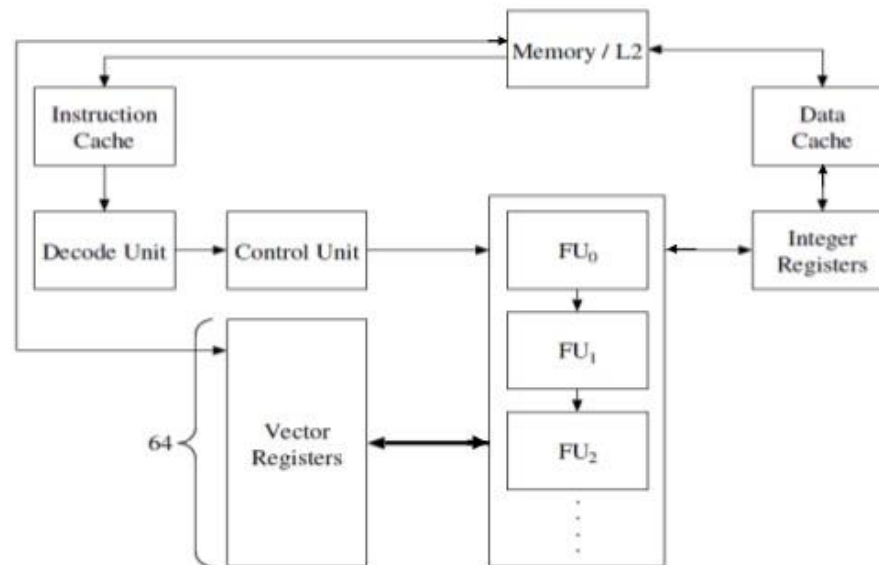


# U5 – Componentes de un computador

- Procesador
  - Vectoriales

## Vector processors

- vector registers, eg 8 sets x 64 elements x 64 bits
- vector instructions:  $VR3 = VR2 \text{ VOP } VR1$



# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

### • Paralelismo

#### ○ A nivel procesador

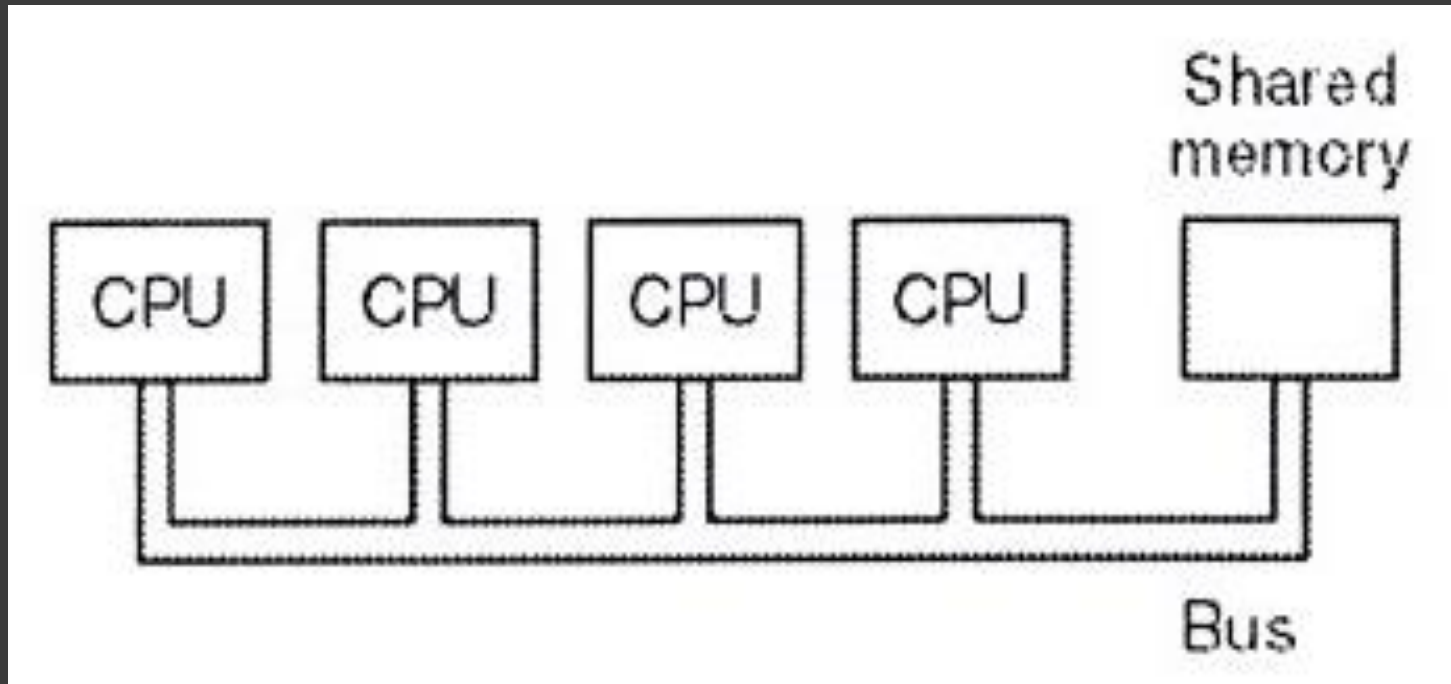
##### • Multiprocesadores

- Múltiples CPUs que comparten memoria común
- MIMD (Multiple Instruction Multiple data)
- CPUs fuertemente acoplados
- Diferentes implementaciones
  - Single bus y memoria compartida (centralizada) (UMA – Uniform memory access) (SMP – Symmetric multiprocessor)
    - Ej. Intel Core i7
  - CPUs con memoria local y memoria compartida (NUMA – non-uniform memory access)
    - Ej. BBN Butterfly, SGI Origin 2000, Compaq AlphaServer GS320, Intel Itanium 2

# U5 – Componentes de un computador

## ● Procesador

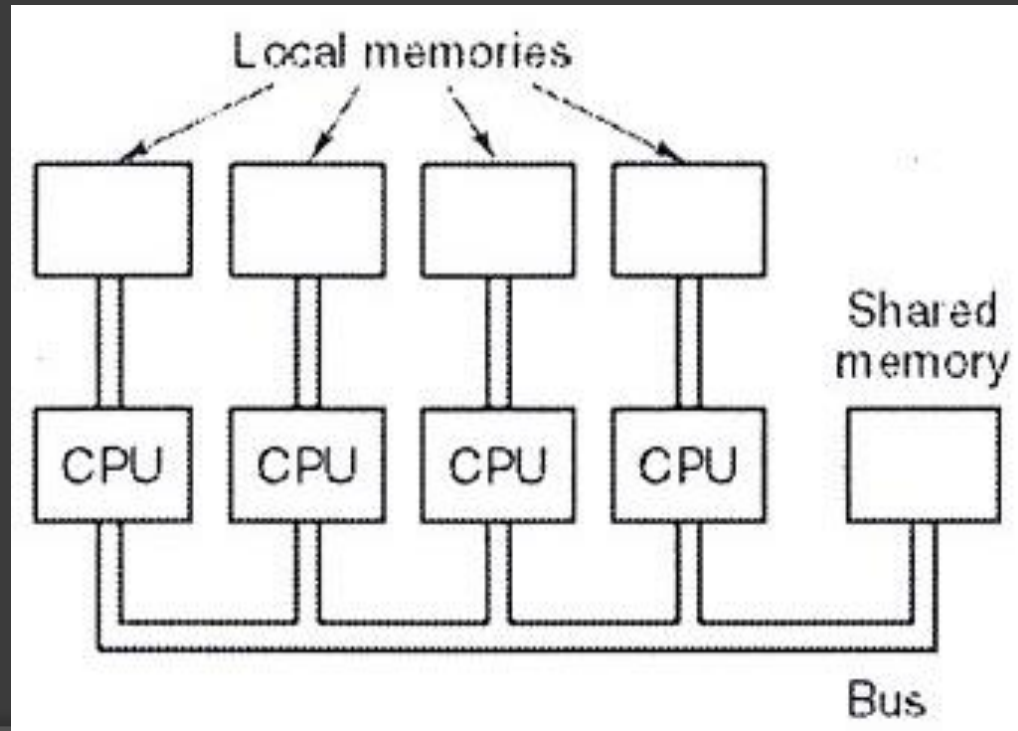
- Single bus y memoria compartida (centralizada)



# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

- CPUs con memoria local y memoria compartida



# U5 – Componentes de un computador

## ⦿ Procesador

### • Paralelismo

#### ○ A nivel procesador

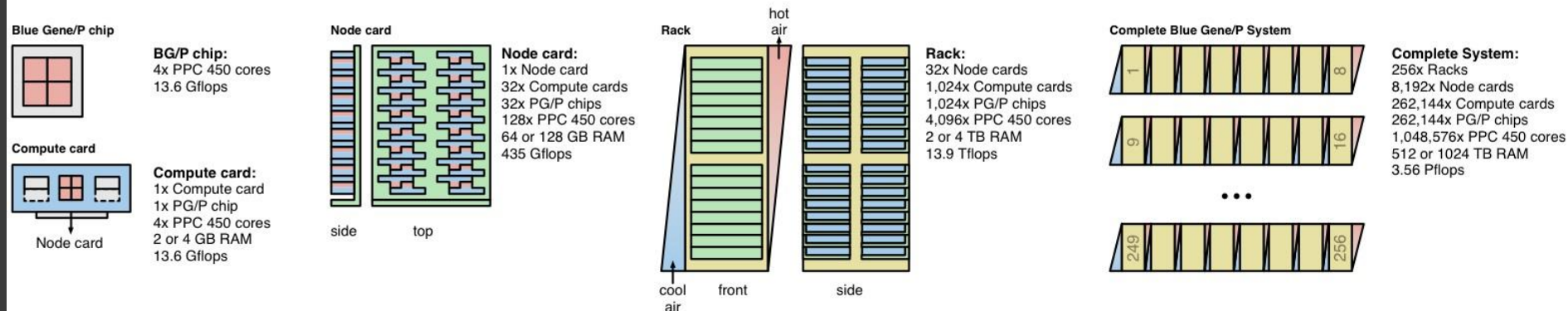
##### • Multicomputadores

- Computadores interconectados con memoria local (memoria distribuida)
- No hay memoria compartida
- CPUs ligeramente acoplados - Clusters
- MIMD (Multiple Instruction Multiple data)
- Intercambio de mensajes
- Topologías de grillas, árboles o anillos
- Ej. IBM Blue Gene/P

# U5 – Componentes de un computador

- Procesador
  - IBM Blue Gene/P

## Blue Gene/P, tiered architecture



# U5 – Componentes de un computador

## ● Referencias

- “Structured Computer Organization” 6ta edición. Andrew Tanenbaum / Todd Austin  
(<http://www.pearsonhighered.com/educator/product/Structured-Computer-Organization-6E/9780132916523.page>)
- “Computer Organization and Architecture – Designing for Performance” 10ma edición. William Stallings  
(<http://williamstallings.com/ComputerOrganization/>)
- “Server Architectures - Multiprocessors, Clusters, Parallel Systems, Web Servers, and Storage Solutions” 1ra edición. René Chevance
- “Computer Architecture a quantitative approach” 5ta edición. John Hennessy / David Patterson