

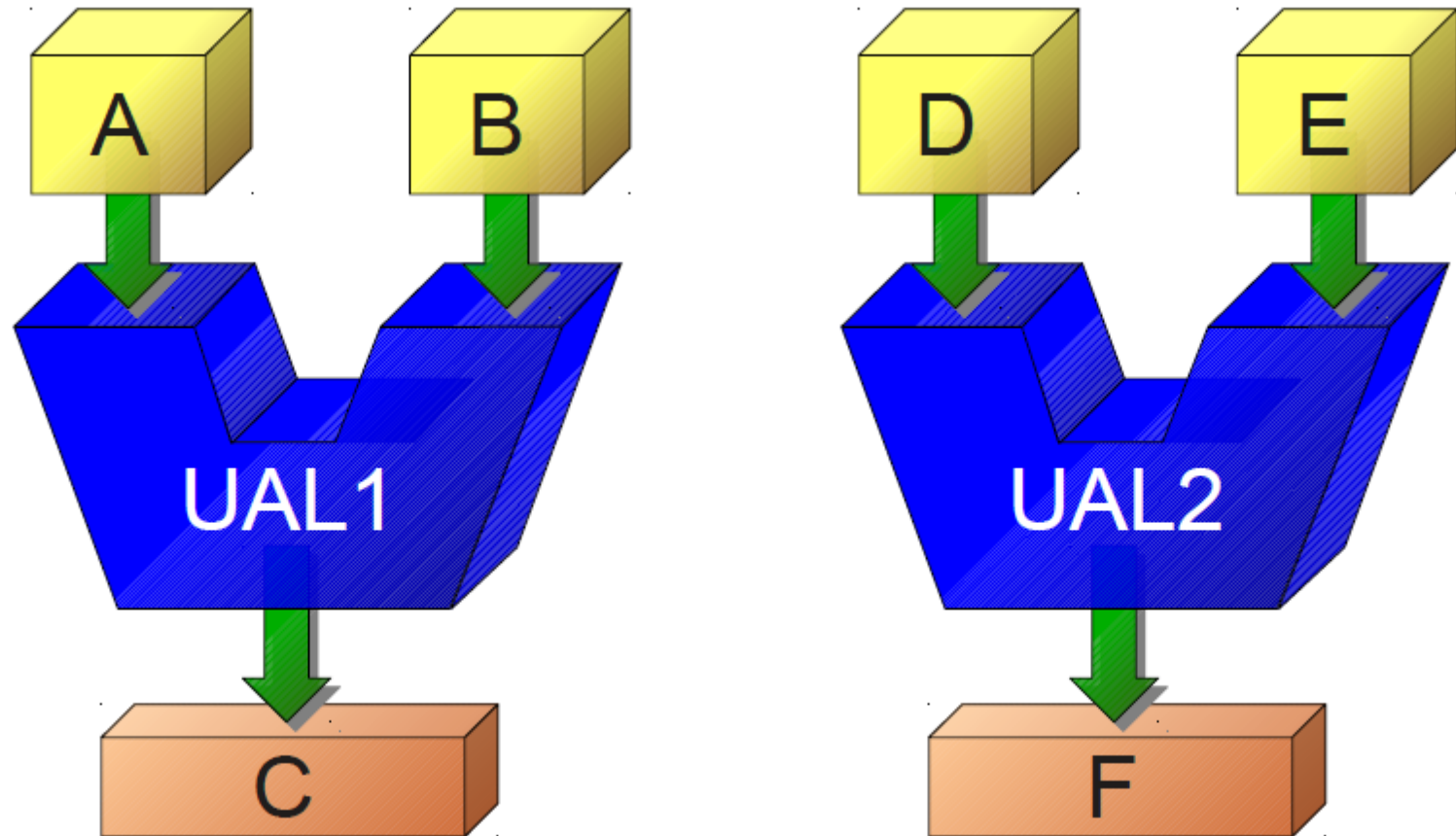
Introducción a los sistemas de cómputo de alto desempeño

Supercomputación: Fue definida para hacer referencia a computadoras con capacidades muy superiores a las de otras máquinas disponibles.

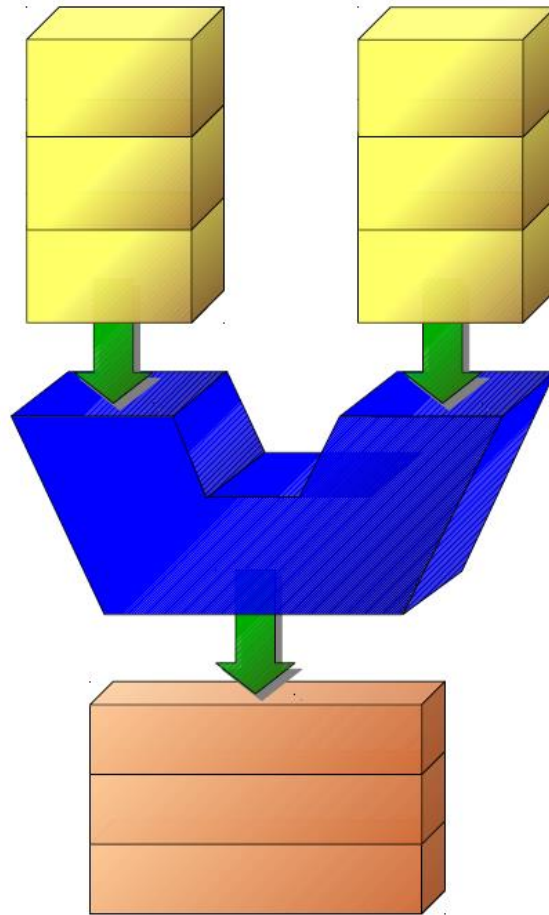
Dentro de los avances tecnológicos incorporados en estos computadores se tiene:

- Más de una unidad lógica aritmética (superscalar)
- Procesamiento vectorial
- Encauzamiento (pipelining)
- Búsqueda adelantada de instrucciones y datos
- Ejecución adelantada de instrucciones, etc.

Múltiples unidades aritmético – lógicas (super scalar)

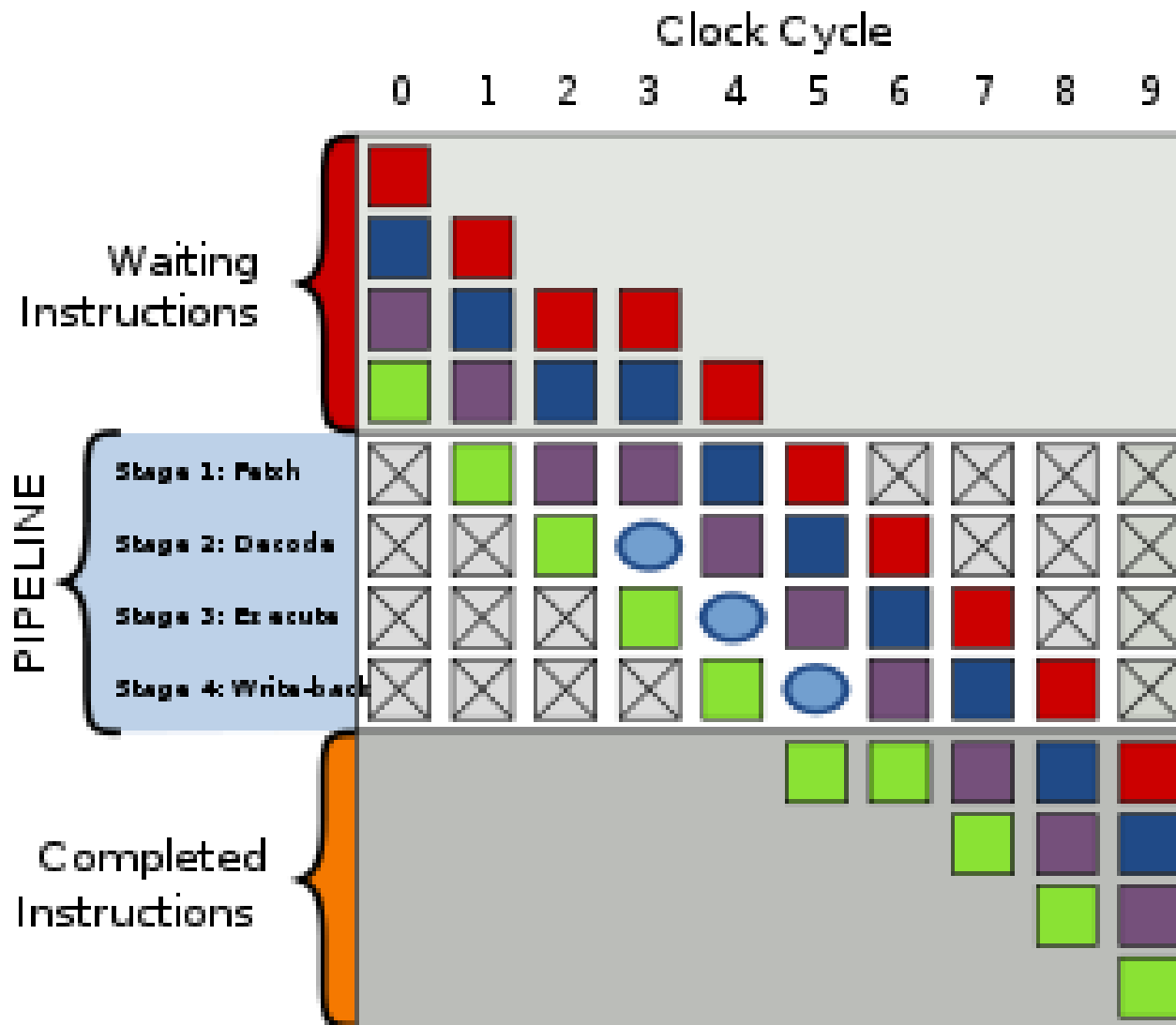


Procesamiento Vectorial



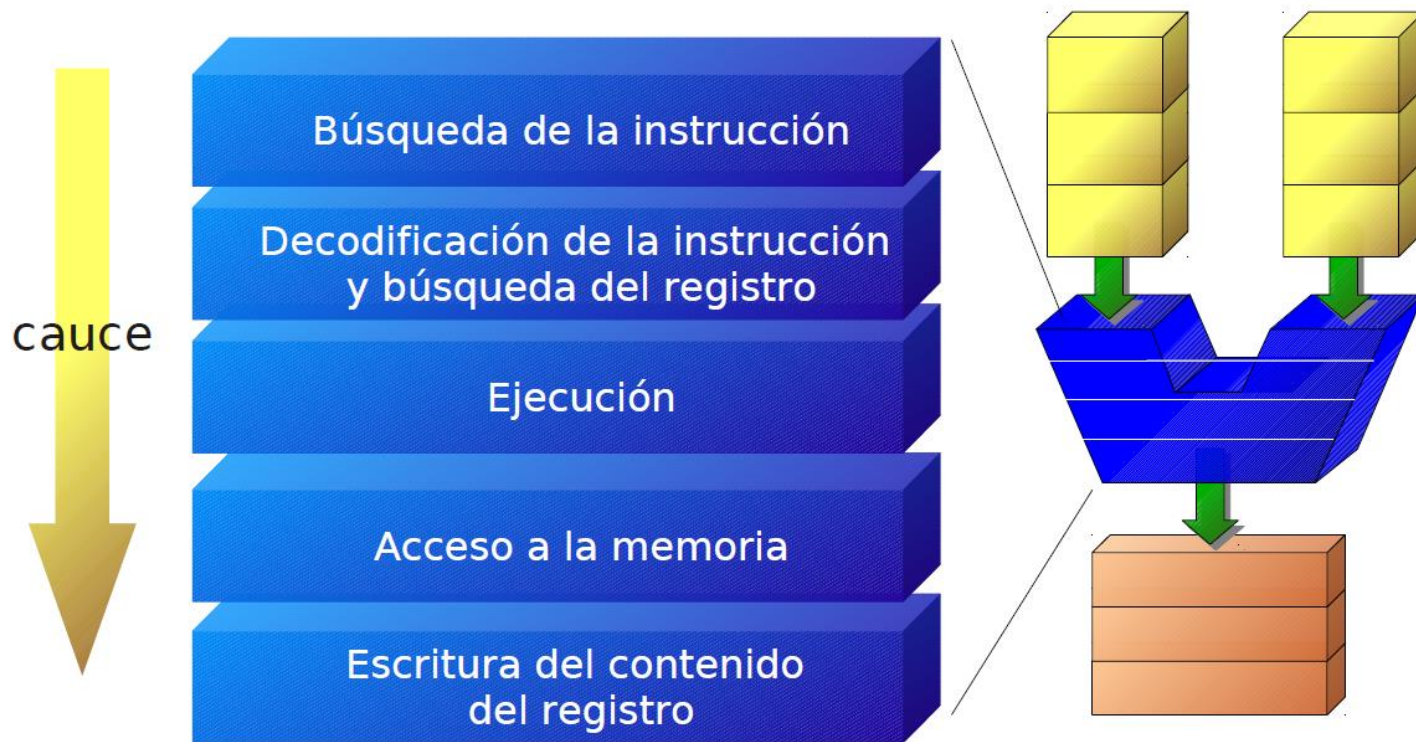
Encauzamiento- (pipelining)

- Los procesadores se basan en una señal de reloj y lo más natural es realizar una tarea por ciclo
- Este mecanismo consiste en crear un cauce en los circuitos de tal manera que se pueda ejecutar una operación completa por ciclo.

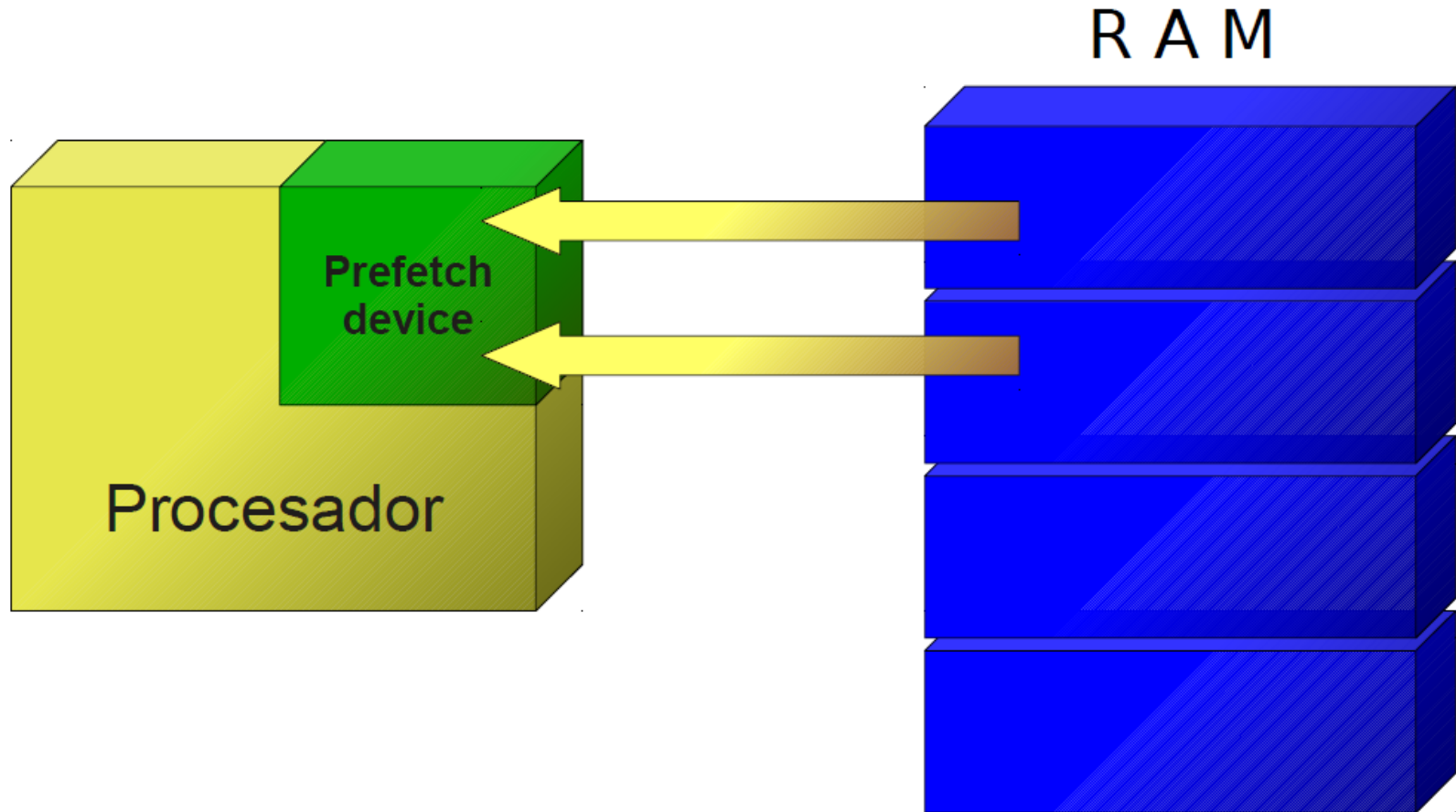


- Una operación envuelve las siguientes tareas:

Encauzamiento (pipelining)



Búsqueda adelantada de datos e instrucciones



Búsqueda adelantada de datos e instrucciones

```
if ( a == b ){           //Sin importar el resultado
    Instruction A;       //de la expresión a == b
    Instruction B;       //se ejecutan los dos
}                         //Bloques de instrucciones
else{
    Instruction C;
    Instruction D;
}
```

Computación de Alto Rendimiento

High Performance Computing o HPC

Es aquella que proporciona una mayor capacidad de cómputo que la que se puede obtener de computadoras individuales.

- Sistemas de memoria compartida.
- Sistemas distribuidos.
- Máquinas paralelas.
 - Sistemas Masivamente Paralelos
 - Clusters

¿Qué se debe conocer?

- Organización Lógica
 - Lo que ve el usuario de la máquina a través del software
- Organización Física
 - El hardware de la máquina
- La arquitectura física es independiente de la arquitectura lógica
- Es necesario conocer el hardware si queremos que el software corra de forma eficiente

Uso

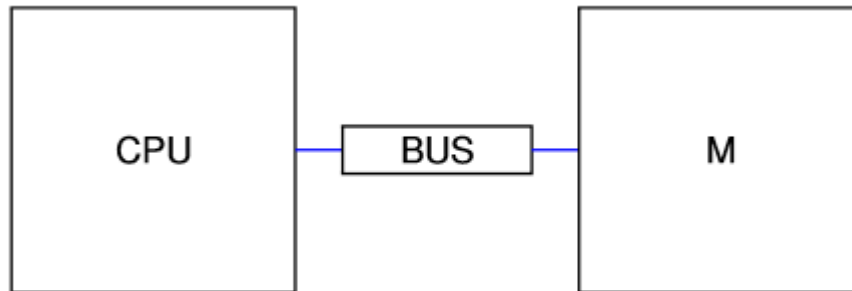
- Cómputo científico :Biología, Química, Física,
 - Simulación de problemas científicos
- *Cómputo de propósito especial*: Video, Gráficas, CAD, Bases de datos, etc..

Computadoras

- Computadora secuencial
- Computadora paralela
- Computadora HPC /supercomputadora

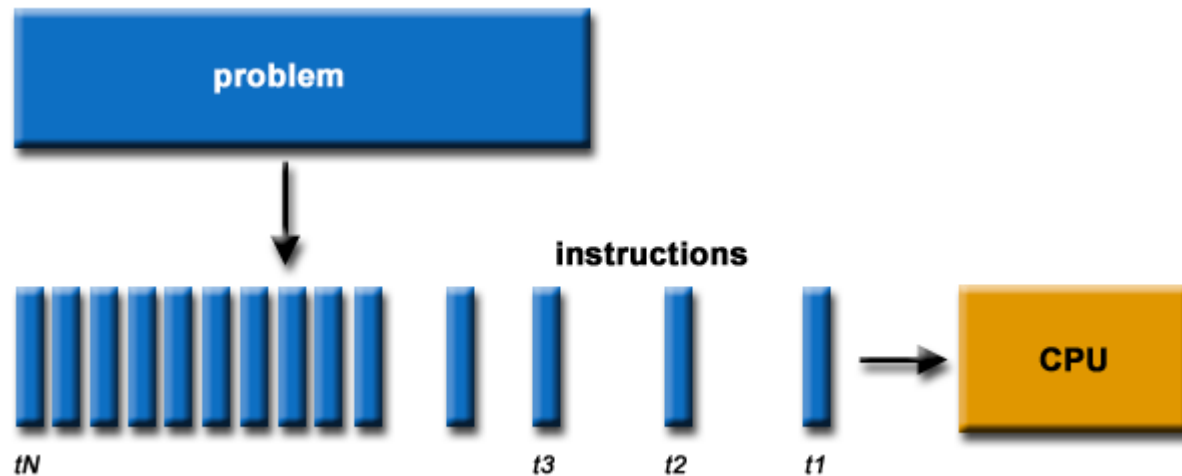
Computadora Secuencial

Computadora secuencial



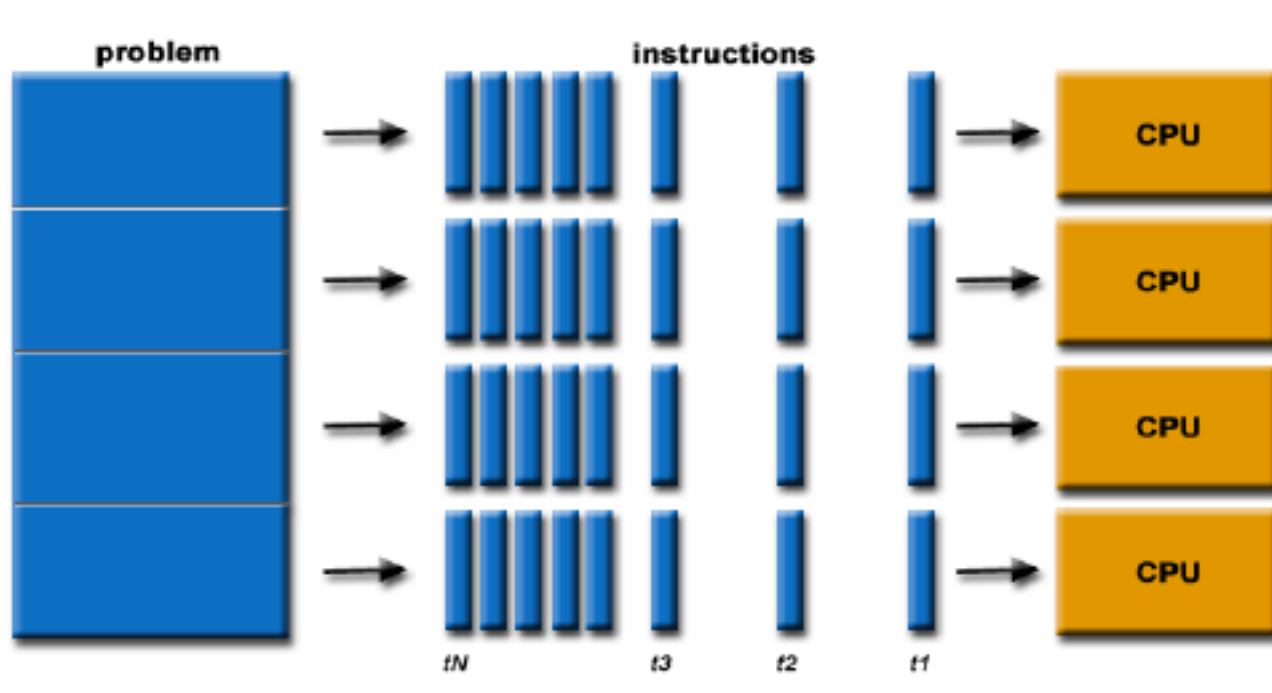
Cómputo Serial

- Uso de un recurso de cómputo para resolver un problema computacional



Cómputo Paralelo

- Uso de varios recursos de cómputo para resolver un problema



Cómputo Paralelo

- Uso simultáneo de múltiples recursos computacionales para resolver un problema computacional de forma más rápida.

Elementos mínimos de una computadora paralela

- Hardware
 - Múltiples procesadores
 - Múltiples memorias
 - Interconexión
- Software del sistema
 - Sistema operativo paralelo
 - Herramientas
- Aplicaciones

Objetivo

- Resolver el problema lo mas rápido posible de manera eficiente

¿Qué se hace para realizar tareas más rápido?

- Adquirir una máquina más poderosa
- Más memoria
 - Memoria más rápida
 - Nuevo procesador
 - Bus más rápido
 - Discos Duros más rápidos (rpms)
- Más procesadores
 - PCs con más de un procesador SMP
 - Dos núcleos (Opteron, Xeon, etc)
 - Cuatro núcleos
 - Dieciséis núcleos

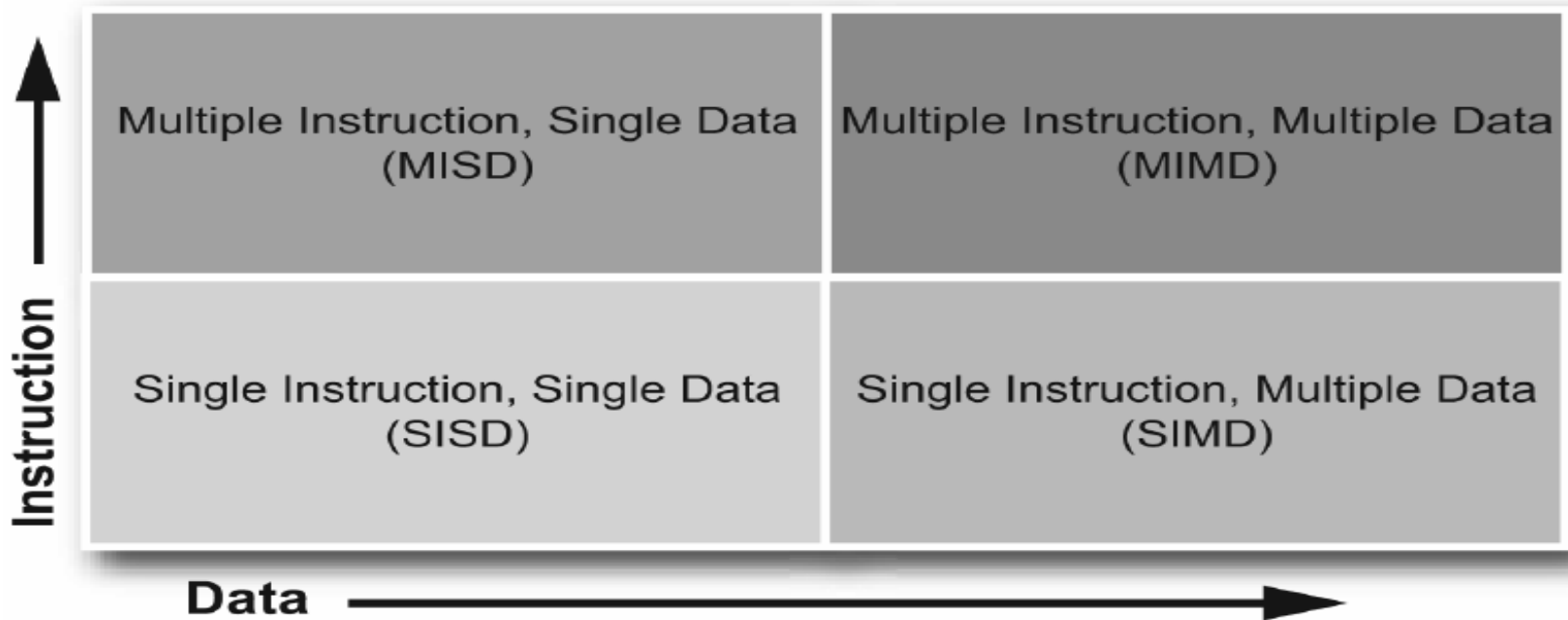
Arquitectura de Computadoras

Arquitectura von Neumann (1945)

- Componentes principales
 - Memoria
 - Unidad de Control
 - Unidad Aritmética
 - Entrada y Salida

Taxonomía de J.M. Flynn

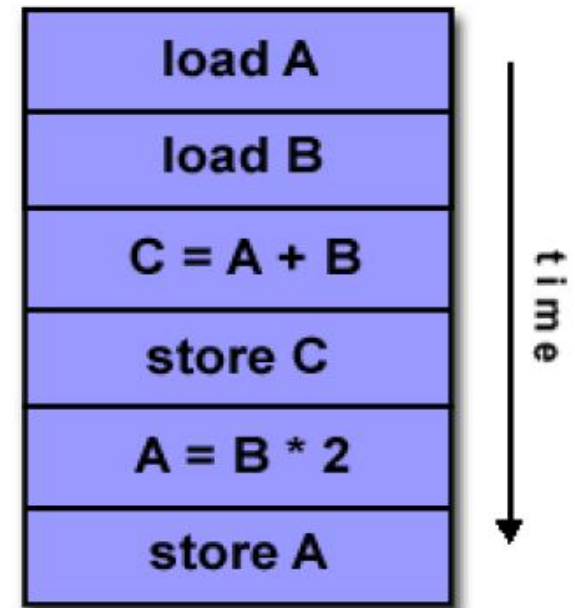
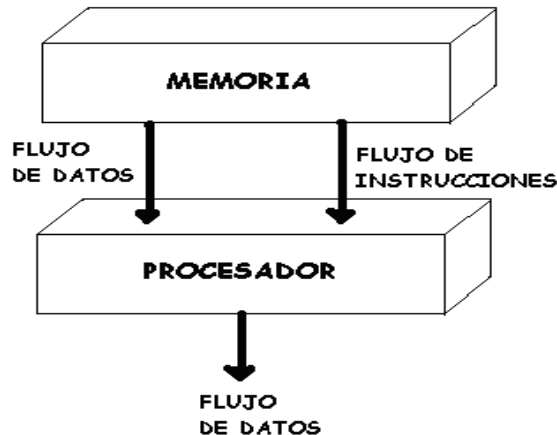
Clasificación de arquitecturas de computadores propuesta por Michael J. Flynn en 1972.



Dos dimensiones

Single Instruction, Single Data (SISD)

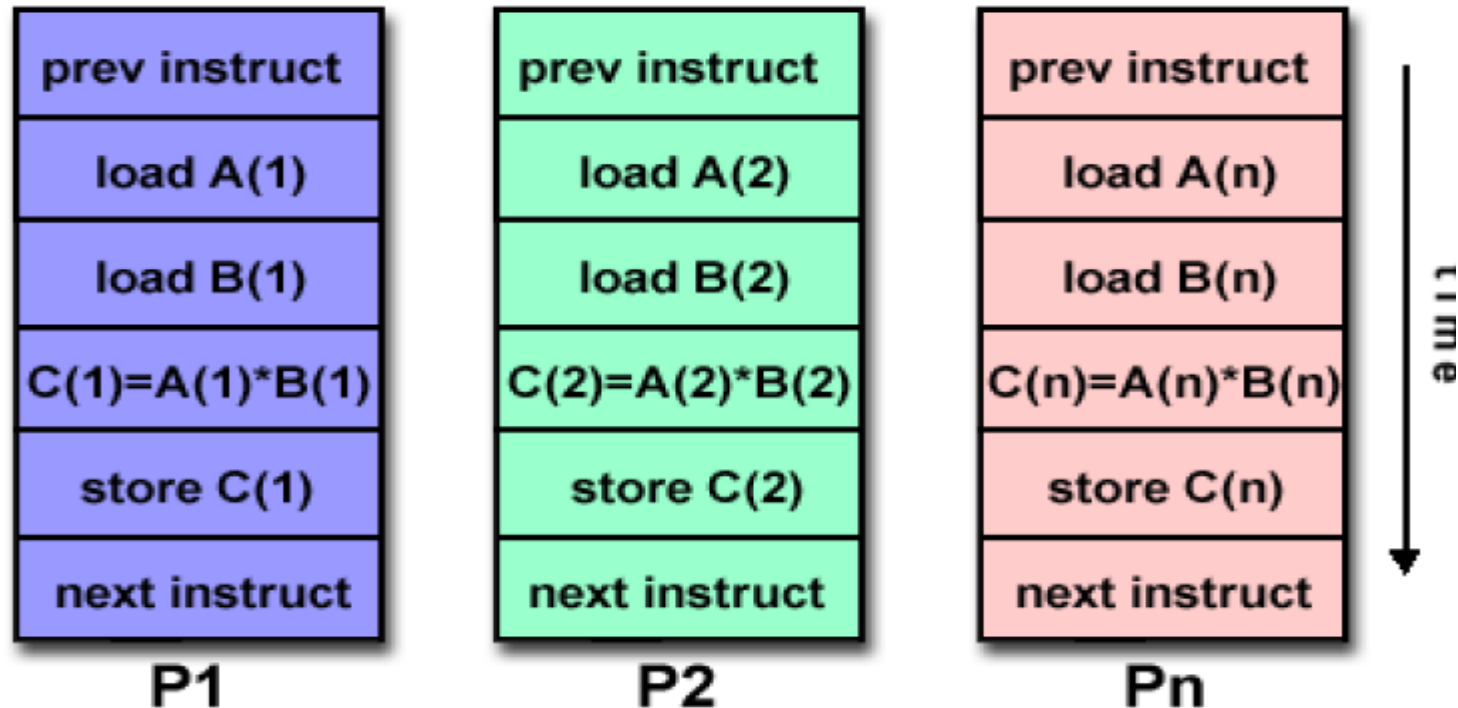
- Una computadora serial (no-paralelo)
- Ejemplos: PCs y workstations de un sólo CPU



Multiple Instruction, Single Data (MISD)

- Procesa un solo flujo de datos, utilizando múltiples flujos de instrucciones simultáneamente.
- Modelo teórico

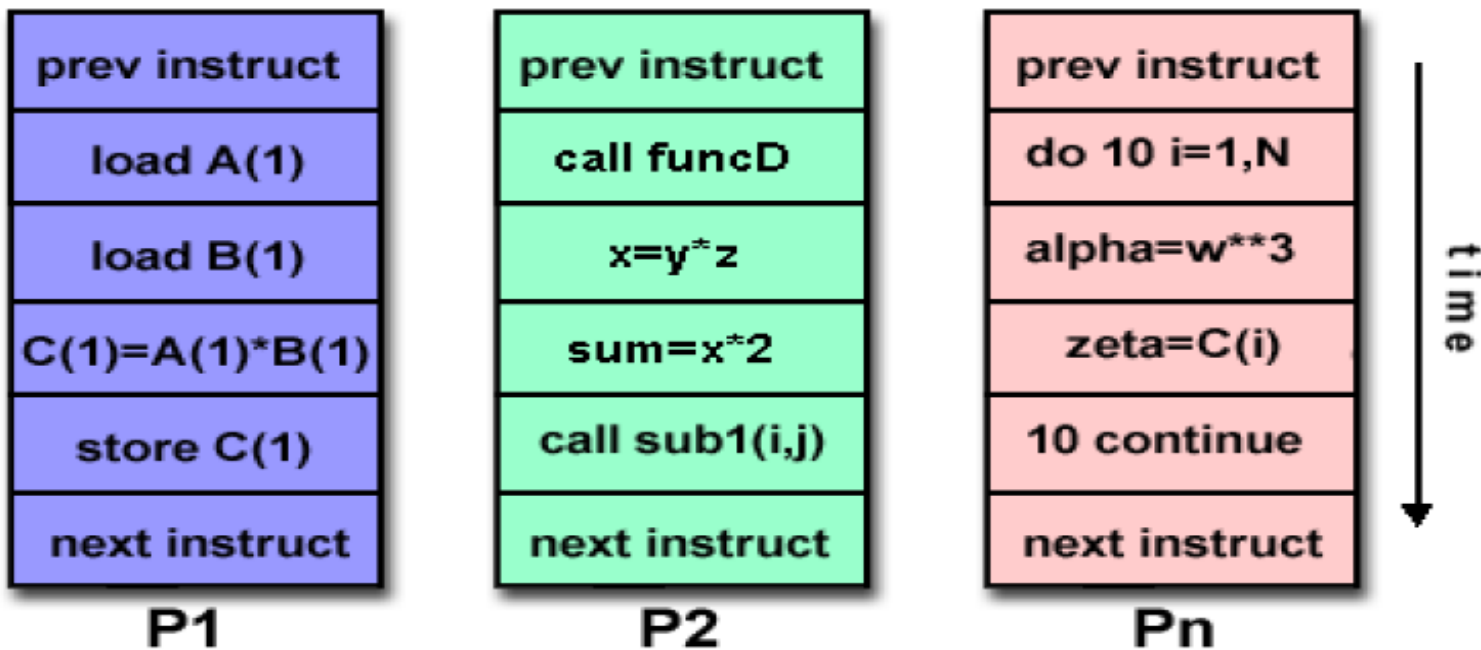
Single Instruction, Multiple Data (SIMD)



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

Multiple Instruction, Multiple Data (MIMD)



Multiple Instruction, Multiple Data (MIMD)

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

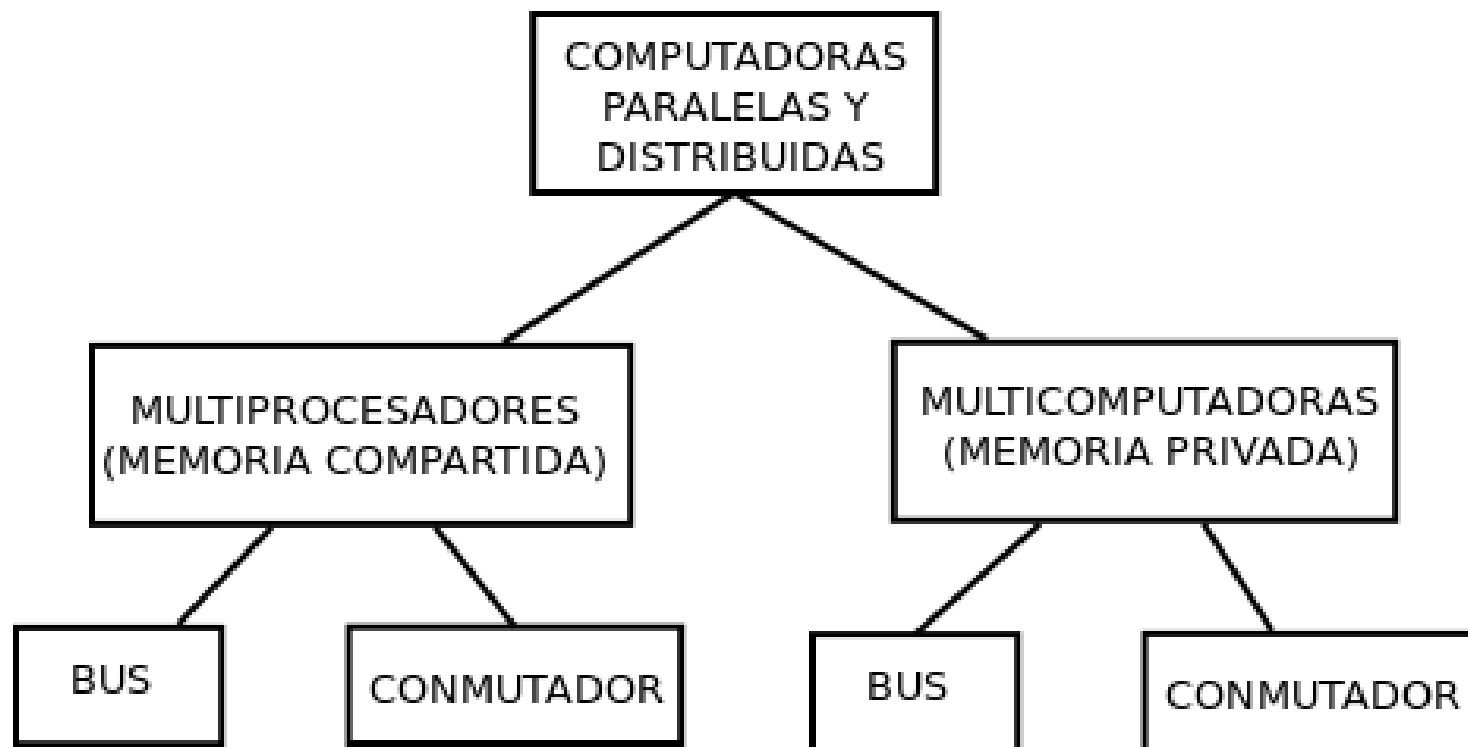
Arquitecturas Paralelas

Clasificación Contemporánea

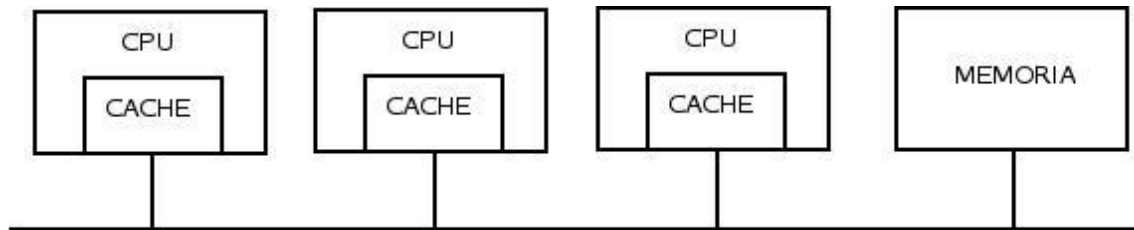
- Con el tiempo han surgido diversos sistemas de computación de alto desempeño. Su taxonomía se basa en sus procesadores, memoria e interconexión.
 - MPP (Massively Parallel Processors)
 - SMP (Symmetric Multiprocessors)
 - CC-NUMA (Cache Coherent Nonuniform Memory Access)
 - Clusters de computadoras
 - Multi-core
 - GPUs
- etc...

Arquitecturas de computadoras paralelas comunes

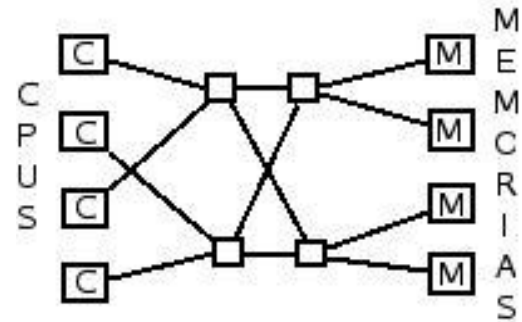
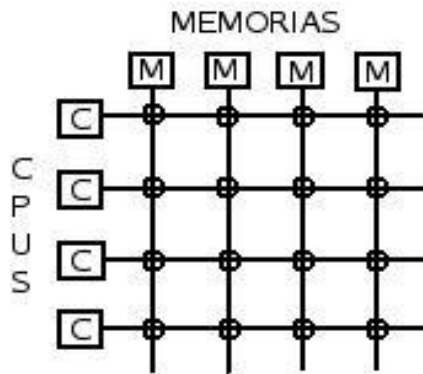
- De acuerdo a Alan Clements (2006), una arquitectura de cómputo es una vista abstracta de la computadora, que describe que puede hacer.
- Y se pueden mencionar de acuerdo a su interconexión y al tipo de acceso a la memoria RAM.



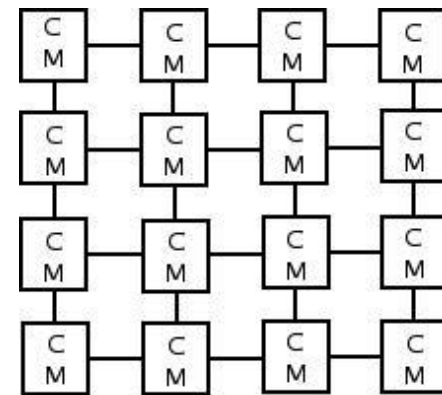
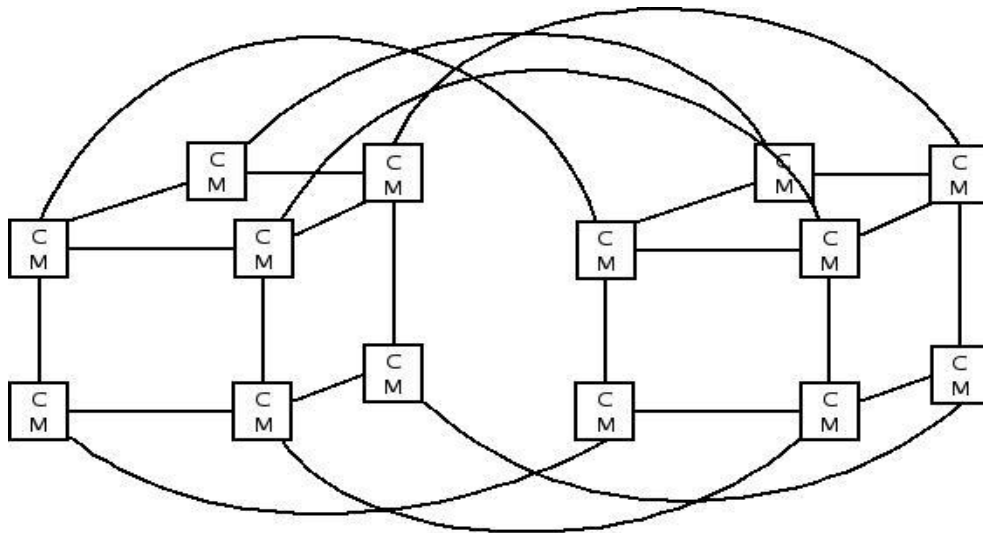
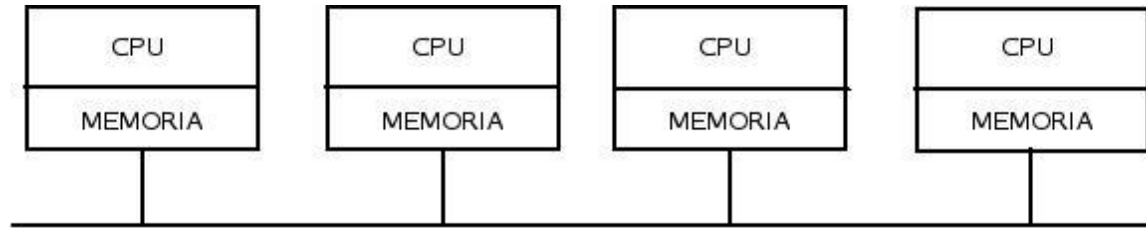
Multiprocesadores en bus



Multiprocesadores con conmutador



Multicomputadoras en bus



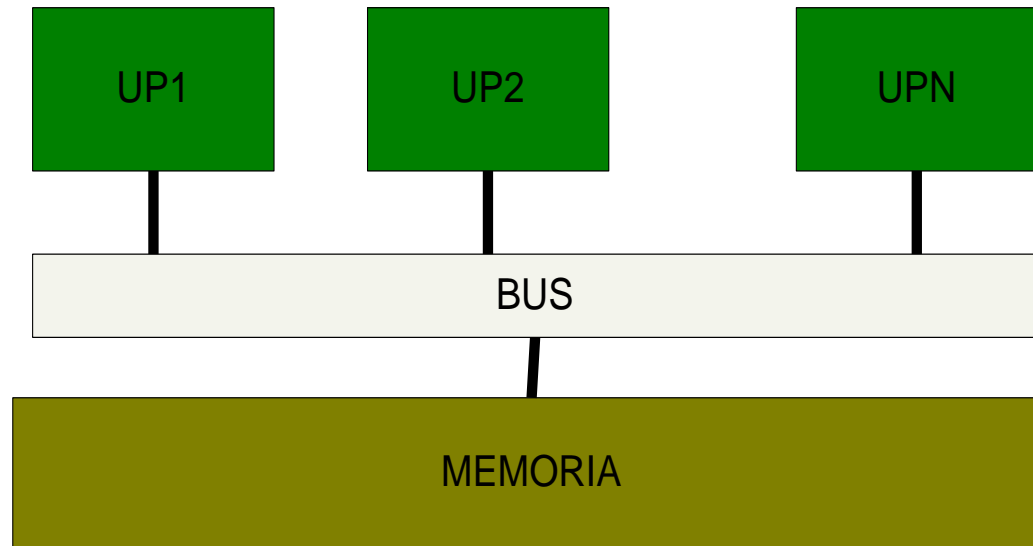
Organización de Memoria en Computadoras Paralelas

Memoria Compartida

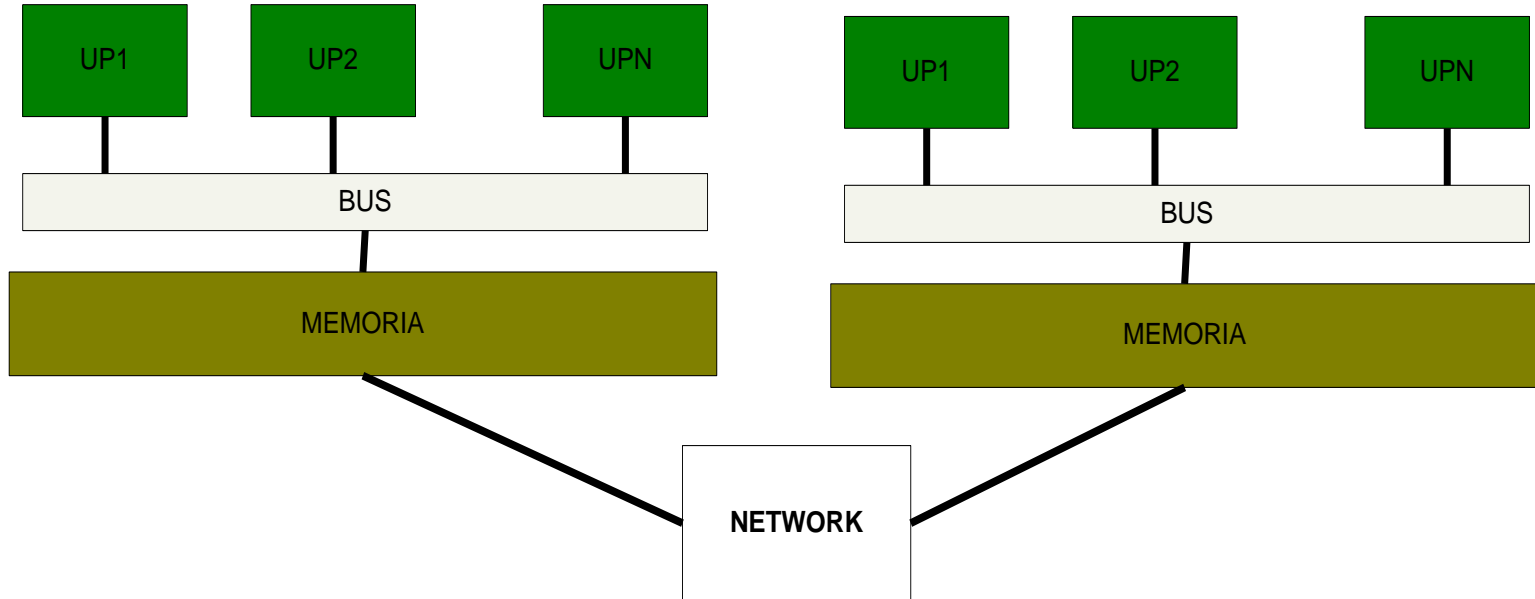
- Modelos
 - UMA
 - NUMA

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

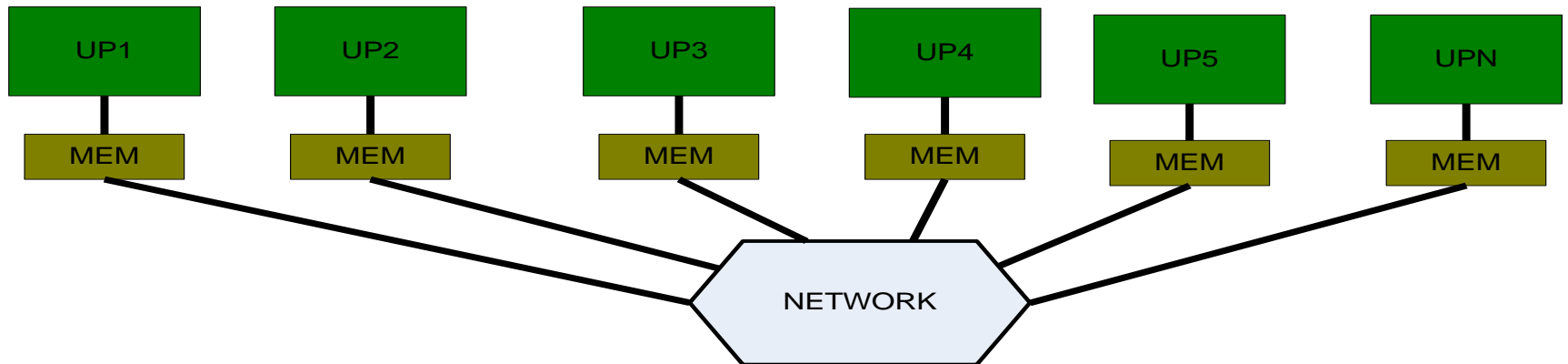
Desventajas

- 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

