Procesamiento Paralelo

Contenido

1. Pipelines

2. Máquinas Vectoriales

Introducción

Tradicionalmente la computadora es vista como una máquina secuencial, donde los lenguajes de programación requieren que el programador indique el algoritmo mediante una secuencia de instrucciones. El CPU ejecuta los programas tomando instrucciones máquina de una en una.

Por otra parte a nivel micro-operación se generan simultáneamente varias señales de control o la segmentación de por lo menos la captación y la ejecución es usada desde hace tiempo, es decir son funciones que se realizan en paralelo.

Los diseñadores de computadoras han visto más posibilidades de paralelismo que ayudan a mejorar las prestaciones y en algunos casos la fiabilidad, gracias a que el costo del hardware ha disminuido.

Multiprocesamiento

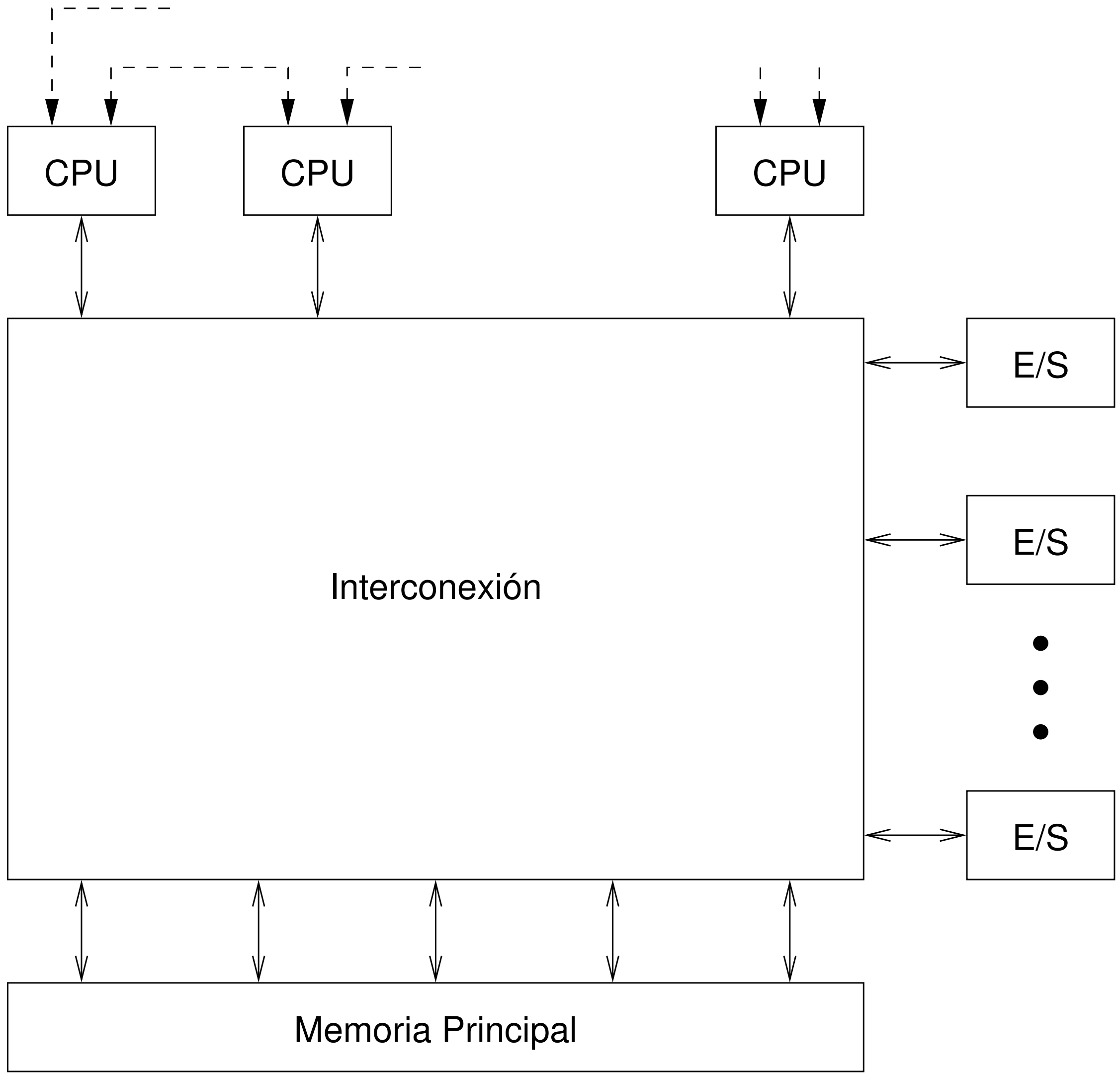
El uso de varios procesadores está motivado por consideraciones relativas a las prestaciones y la fiabilidad. Se pueden clasificar en:

- *Multiprocesadores Débilmente Acoplados*. Sistemas relativamente autónomos que cuentan con su propia memoria principal y sus canales de E/S.
- *Procesadores de Uso Específico*. Procesadores controlados por un procesador maestro al que le proporcionan ciertos servicios, como el procesador de E/S.
- *Multiprocesadores Fuertemente Acoplados*. Conjunto de procesadores que comparten una memoria principal común y están bajo el control de un mismo sistema operativo.
- *Procesadores Paralelos*. Multiprocesadores fuertemente acoplados que pueden cooperar en la ejecución en paralelo de una tarea o un trabajo.

Características Sistema Multiprocesador Fuertemente Acoplado

1. Dos o más procesadores de uso general similares y de capacidades comparables.
2. Acceso a una memoria global de todos los procesadores.
3. Todos los procesadores comparten el acceso a los dispositivos de E/S.
4. Sistema controlado por un sistema operativo integrado para permitir la interacción entre los procesadores y sus programas en los niveles de trabajo, tarea, fichero y datos elementales.

Multiprocesador Fuertemente Acoplado



Organización de un Sistema Multiprocesamiento

- **Bus de Tiempo Compartido o Común**. Es el mecanismo más simple, donde la estructura y las interfaces son básicamente las mismas que las de un sistema de un único procesador que utiliza un bus para la interconexión. Para facilitar las transferencias de DMA con los los procesadores de E/S, se proporcionan los siguientes elementos:
  - *Direccionamiento*. Para distinguir los módulos que son la fuente y el destino de los datos.
  - *Arbitraje*. Proporciona un mecanismo para arbitrar entre las peticiones que compiten por el control del bus, usando algún esquema de prioridad.
  - *Tiempo Compartido*. Suspender el funcionamiento de los módulos cuando haya un módulo que controle el bus.

Presenta diversas ventajas respecto a otras aproximaciones:

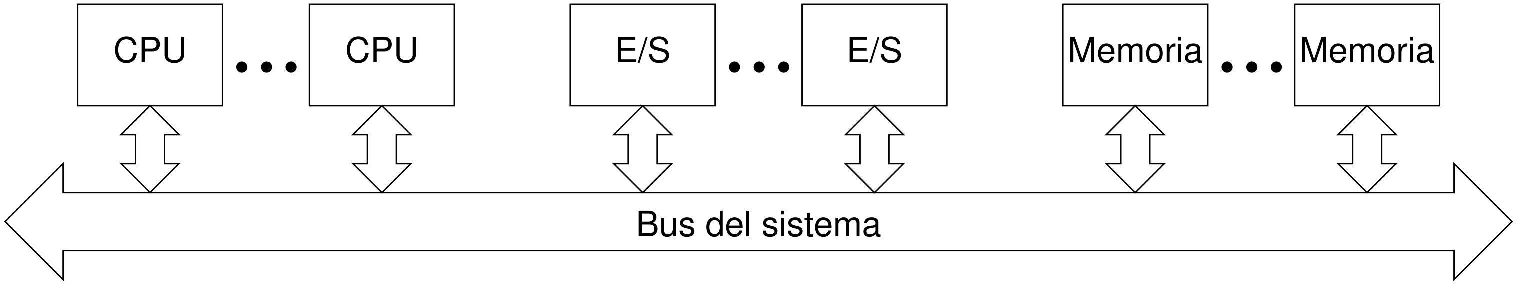
– *Simplicidad*. Interfaz física y lógica de cada procesador para el direccionamiento, el arbitraje y para compartir el bus es la misma que la de un sistema monoprocesador.

– *Flexibilidad*. Sencillo expandir el sistema conectando más CPUs al bus.

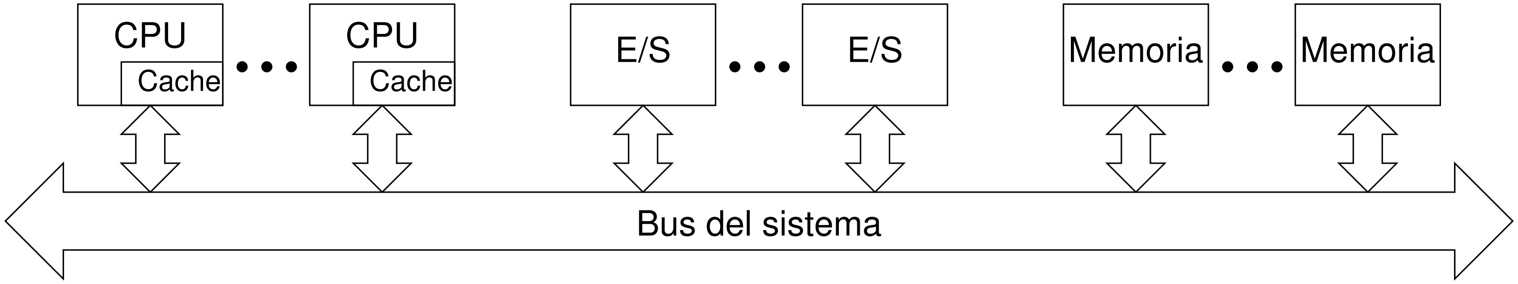
– *Fiabilidad*. El bus es pasivo, y el fallo de cualquiera de los dispositivos conectados no provoca el fallo de todo el sistema.

La principal desventaja son las prestaciones, ya que todas las referencias a memoria pasan por el bus, por lo que se recomienda que cada CPU tenga su memoria cache.

Bus de Tiempo Compartido



Organización Básica

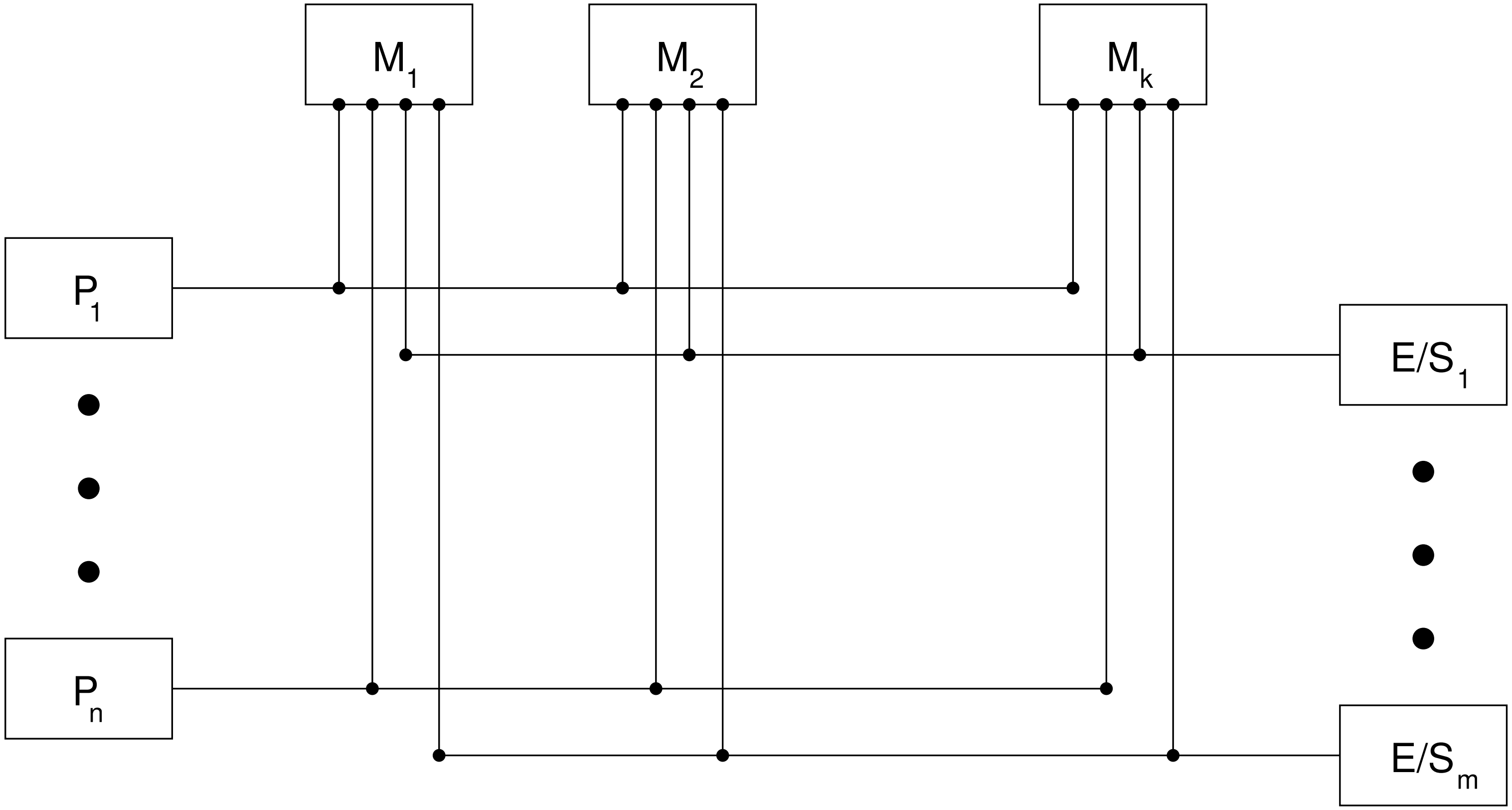


Con Cache

Organización

- **Memoria Multipuerto**. Permite el acceso directo e independiente a los módulos de memoria desde cada uno de los CPUs y los módulos de E/S. Requiere de una lógica asociada para resolver los conflictos, se usa generalmente el método de asignar prioridades fijas a cada puerto de memorial. La lógica es más compleja pero se consiguen mejores prestaciones, aparte se puede configurar partes de la memoria como “privadas”. Se debe utilizar una estrategia de escritura inmediata.

Memorias Multipuerto



Organización

- **Unidad de Control Central**. Encauza las distintas secuencias de datos entre los distintos módulos independientes: CPU, memoria y E/S, pudiendo almacenar temporalmente peticiones y realizando funciones de arbitraje y temporización. También mandar mensajes de estado y control entre CPUs y alertar sobre cambios en las caches. La desventaja es que es bastante compleja y puede llegar a ser un cuello de botella para las prestaciones.

Sistemas Operativos de Multiprocesador

Funciones según Enslow:

- Gestión y Asignación de Recursos.
- Protección de Tablas y Datos.
- Prevenir el Bloqueo del Sistema.
- Finalización Anómala.

Diferentes en comparación a los sistemas multiprogramados monoprocesador

- Distribución Equilibrada de la Carga de E/S.
- Distribución Equilibrada de la Carga del Procesador.
- Reconfiguración (en caso de falla de un procesador).

Asignación de Procesos a Procesadores

- La aproximación maestro/esclavo donde el sistema operativo siempre se ejecuta en un procesador específico y los otros sólo ejecutan programas del usuario. El maestro es responsable de la planificación de los trabajos. Los conflictos se resuelven de manera sencilla al tener un solo procesador el control de la memoria y los recursos de E/S. Las desventajas son que un fallo del maestro impide el funcionamiento de todo el sistema o que se pueda convertir en un cuello de botella.
- La simétrica (”peer”) donde el sistema operativo puede ejecutarse en cualquier procesador, y cada procesador realiza una autoplanificación utilizando el conjunto de procesos disponibles, el sistema operativo debe asegurar que dos procesadores no elijan el mismo procesos y que se abandonen en la cola.

Computación Vectorial

Para problemas matemáticos de procesos reales (como: aerodinámica, sismología, meteorología, física atómica, nucelar y de plasmas) las computadoras centrales ("mainframes") actuales no tienen capacidad. Por requerirse de una precisión elevada y de programas que relicen de forma repetitiva operaciones aritméticas en punto flotante con grandes matrices numéricas (pertenecen a la categoría *simulación de campos continuos ("continuous-field simulation")*.

Para este tipo de problemas se han desarrollado las supercomputadoras, capaces de realizar cientos de millones de operaciones en punto flotante por segundo y con un costo entre 10 y 15 millones de dólares. Están optimizadas para el cálculo numérico.

Otros sistemas, conocidos como **procesadores matriciales**, diseñados para el cálculo vectorial, no realizan procesamiento escalar, siendo configurados como dispositivos periféricos para los usuarios de computadoras centrales y minicomputadoras.

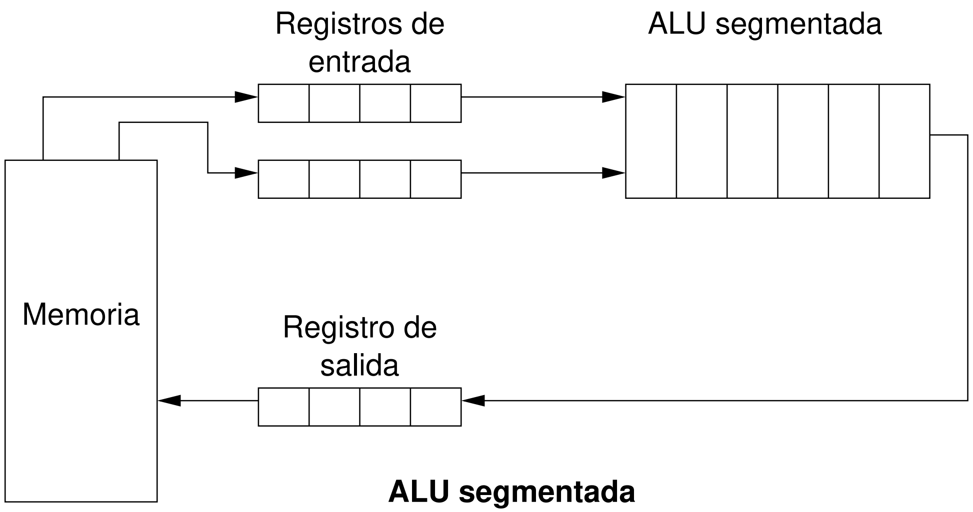
Aproximaciones para la computación vectorial

La tarea principal de una supercomputadora o un procesador matricial es realizar operaciones con matrices o vectores de punto flotante, lo cual es clave para el diseño. Una posibilidad en términos lógicos o de la arquitectura, para mejorar las prestaciones es el *procesamiento vectorial*, donde se asume que es posible operar sobre un vector de datos unidimensional. Otra aproximación es el *procesamiento paralelo* donde se asume que se disponen de N CPUs independientes que pueden funcionar en paralelo. Para un uso eficaz de los procesadores se deben repartir los cálculos de alguna forma eficaz entre los procesadores.

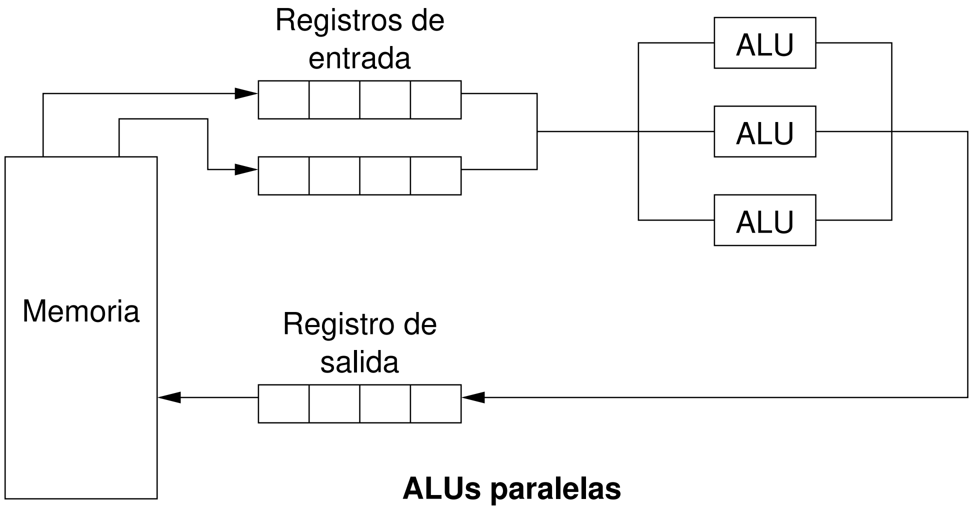
Para implementar aproximaciones de computación vectorial considerando las formas de organización del CPU, se tienen las siguientes categorías:

- ALU segmentada.
- ALUs paralelas.
- Procesadores paralelos.

Aproximaciones a la computación vectorial

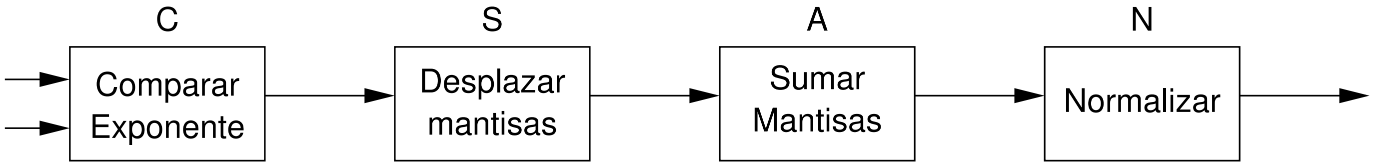


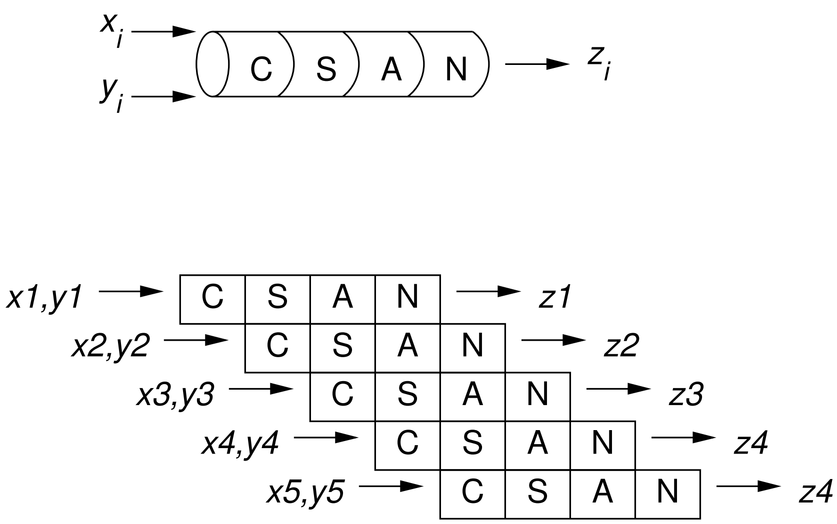
ALU segmentada



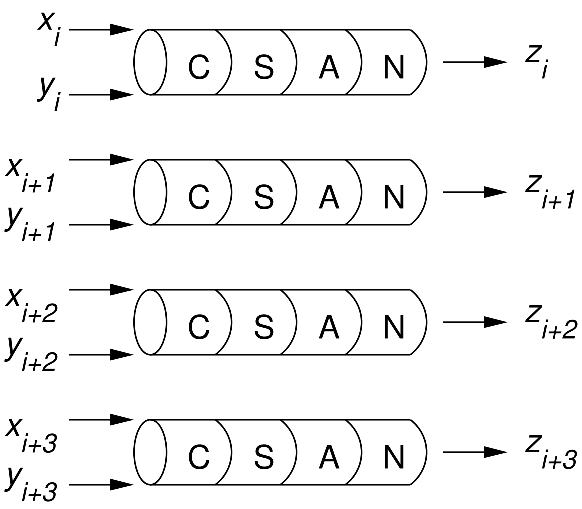
ALUs paralelas

Procesamiento con cauces segmentados



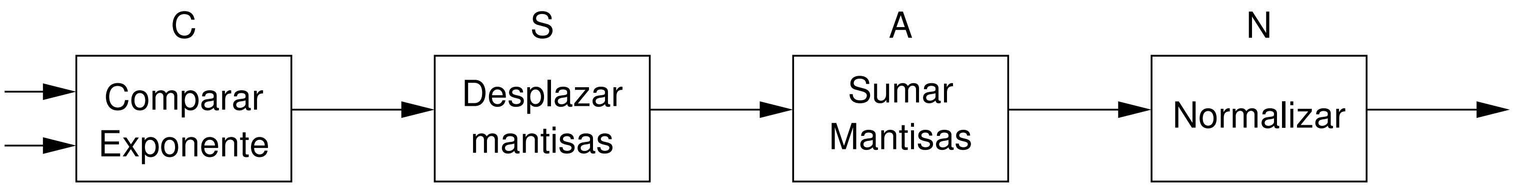


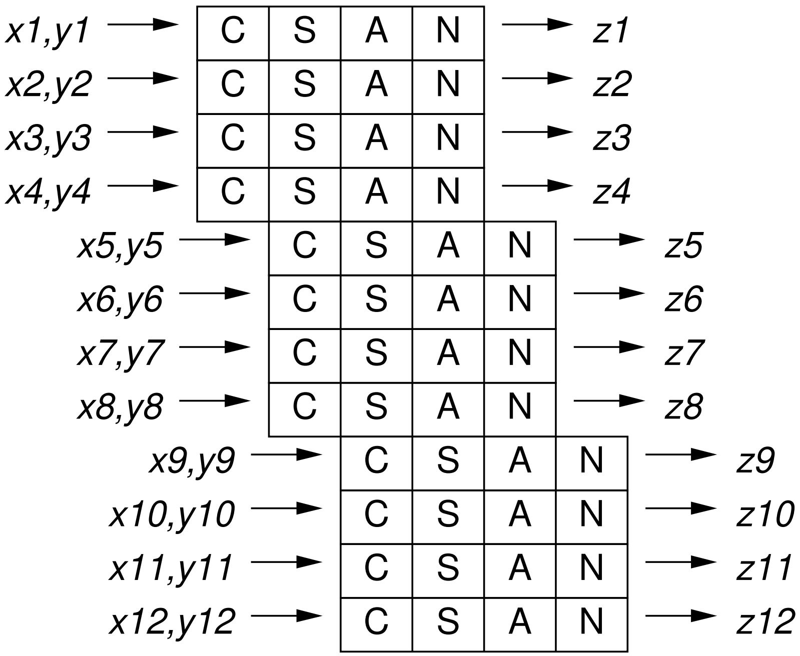
ALU segmentada



4 ALUs paralelas

Procesamiento con cauces segmentados





Cuatro ALUs paralelas

Taxonomía de Organizaciones de la Computadora

- Una unidad de control
  - Uniprocesador
  - ALU segmentada
  - ALUs paralelas

- Varias unidades de control
  - Multiprocesador
  - Procesadores paralelos

Procesadores Paralelos

Los multiprocesadores típicos comerciales utilizan entre dos y una docena de procesadores. Se denomina sistema de procesadores paralelos aquellos con un número elevado de procesadores – cientos, miles o decenas de miles. Para el caso de sistemas con miles de procesadores, sistemas de procesadores masivamente paralelos.

Los factores que han permitido la realización práctica de los procesadores paralelos son:

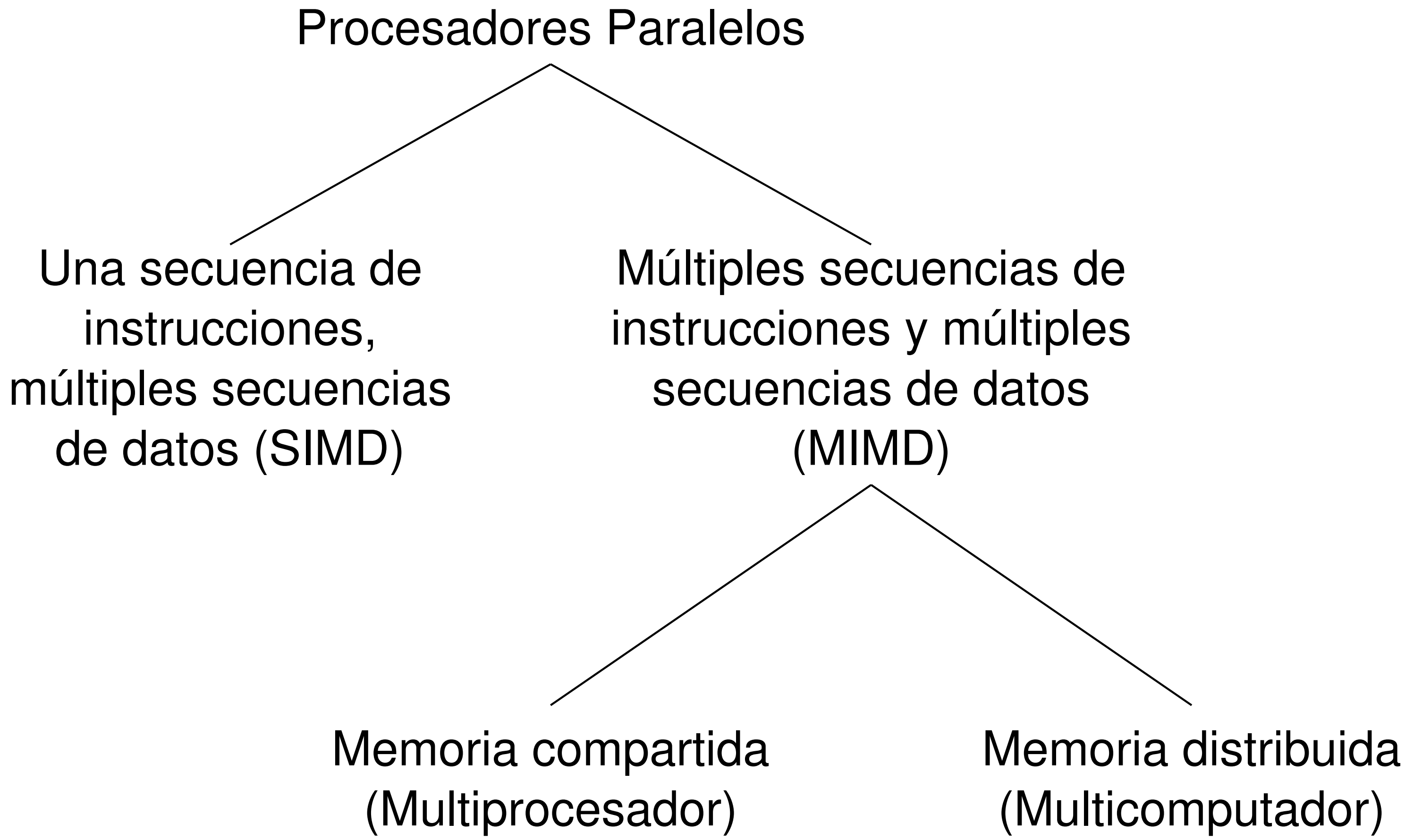
- *El uso de procesadores RISC comerciales*
- *Los avances en los esquemas de comunicación procesador a procesador*
- *La demanda de prestaciones*

Tipos de Procesadores Paralelos

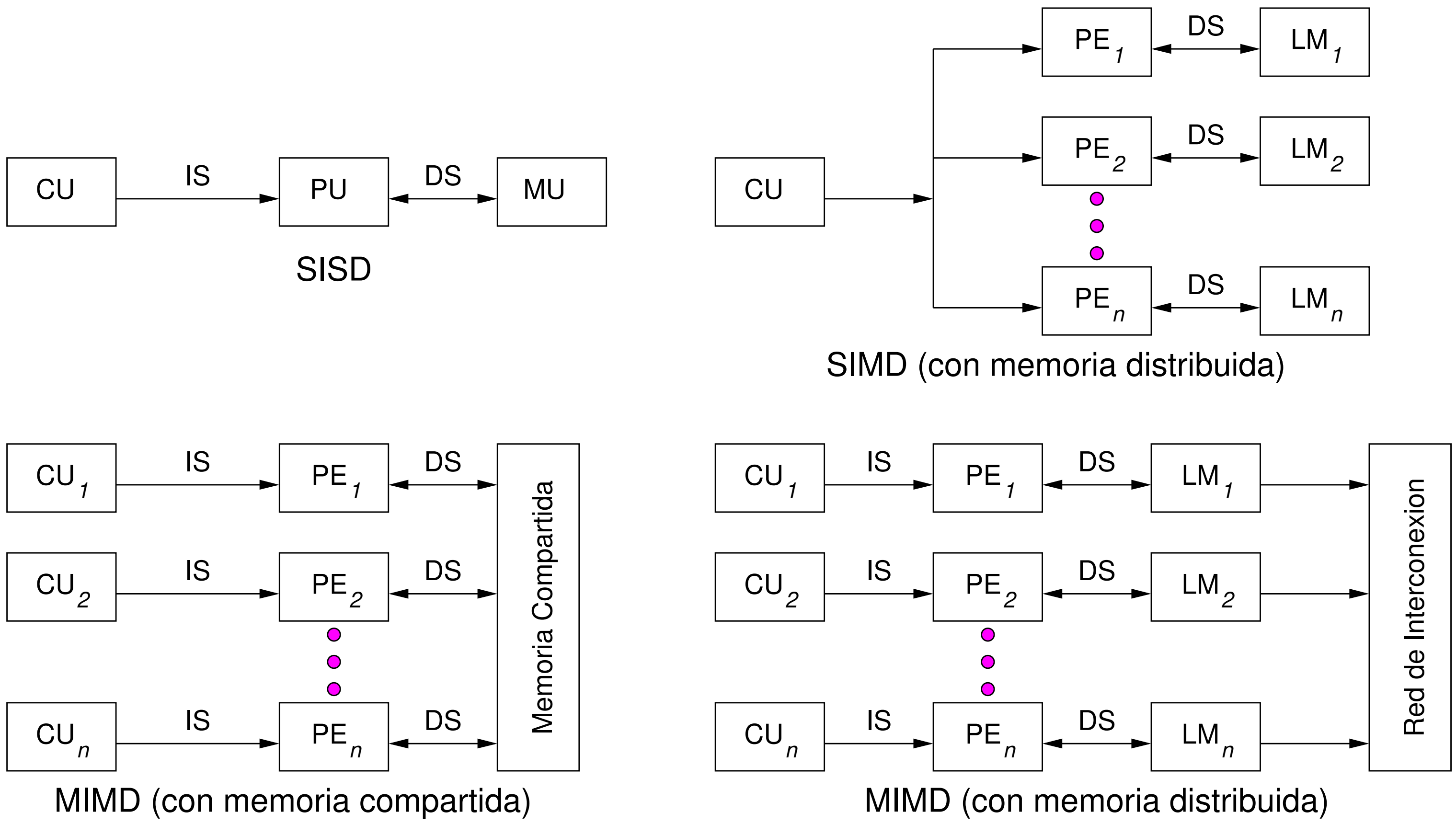
La primer taxonomía que consideraba los sistemas de procesadores paralelos tiene las siguientes categorías de computadoras.

- *Una secuencia de instrucciones y una secuencia de datos (SISD)*
- *Una secuencia de instrucciones y múltiples secuencias de datos (SIMD)*. Procesadores vectoriales y matriciales.
- *Múltiples secuencias de instrucciones y una secuencia de datos (MISD)*. Nunca ha sido implementada.
- *Múltiples secuencias de instrucciones y múltiples secuencias de datos (MIMD)*.
  - *Multiprocesador*. Los procesadores comparte una memoria común. Se comunican a través de la memoria.
  - *Multicomputador*. Cada procesador tiene una memoria de-

dicada. La comunicación se realiza a través de caminos fijos o conmutación de mensajes.



Organización de Computadoras



CU	Control Unit	DS	Data Stream	LM	Local Memory
IS	Instruction Stream	MU	Memory Unit		
PU	Processing Unit	PE	Processing Element		