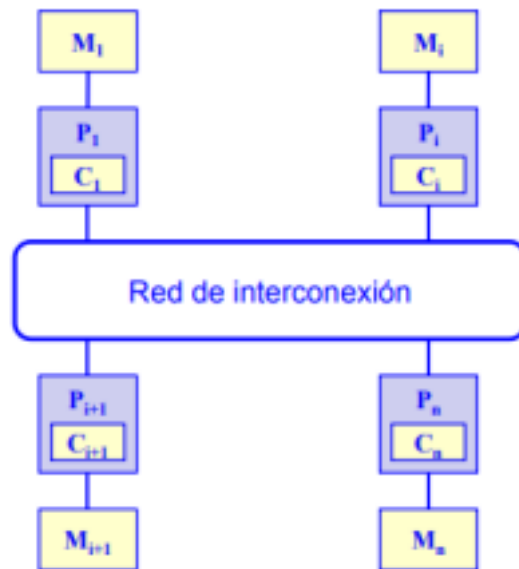


#### 4.4 Sistemas de memoria distribuida (multicomputadores)

Cada procesador tiene su propia memoria y la comunicación se realiza por intercambio explícito de mensajes a través de una red.



Multiprocesadores de memoria distribuida (multicomputadores).

#### Ventajas

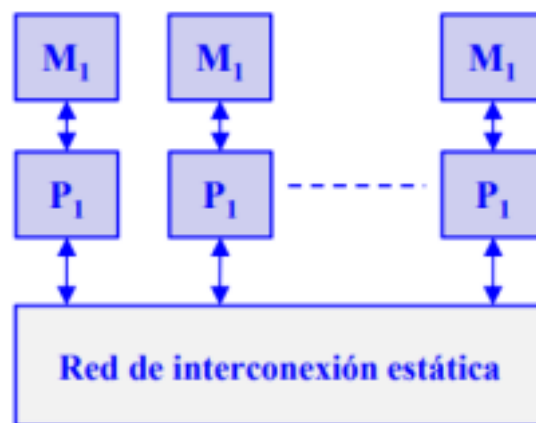
- El número de nodos puede ir desde algunas decenas hasta varios miles (o más).
- La arquitectura de paso de mensajes tiene ventajas sobre la de memoria compartida cuando el número de procesadores es grande.
- El número de canales físicos entre nodos suele oscilar entre cuatro y ocho.
- Esta arquitectura es directamente escalable y presenta un bajo coste para sistemas grandes.
- Un problema se especifica como un conjunto de procesos que se comunican entre sí y que se hacen corresponder sobre la estructura física de procesadores.

## Desventajas

- Se necesitan técnicas de sincronización para acceder a las variables compartidas.
- La contención en la memoria puede reducir significativamente la velocidad.
- No son fácilmente escalables a un gran número de procesadores.

### 4.4.1 Redes de interconexión estáticas

Los multicomputadores utilizan redes estáticas con enlaces directos entre nodos. Cuando un nodo recibe un mensaje lo procesa si viene dirigido a dicho nodo. Si el mensaje no va dirigido al nodo receptor lo reenvía a otro por alguno de sus enlaces de salida siguiendo un protocolo de encaminamiento.



Red de interconexión estática.

### Propiedades más significativas

- **Topología de la red:** determina el patrón de interconexión entre nodos.
- **Diámetro de la red:** distancia máxima de los caminos más cortos entre dos nodos de la red.
- **Latencia:** retardo de tiempo en el peor caso para un mensaje

transferido a través de la red.

- **Ancho de banda:** Transferencia máxima de datos en Mbytes/segundo.
- **Escalabilidad:** posibilidad de expansión modular de la red.
- **Grado de un nodo:** número de enlaces o canales que inciden en el nodo.
- **Algoritmo de encaminamiento:** determina el camino que debe seguir un mensaje desde el nodo emisor al nodo receptor.

## 4.5 Casos para estudio

Por numerosos motivos, el procesamiento distribuido se ha convertido en un área de gran importancia e interés dentro de la ciencia de la computación, produciendo profundas transformaciones en las líneas de investigación y desarrollo.

Interesa realizar investigación en la especificación, transformación, optimización y evaluación de algoritmos distribuidos y paralelos. Esto incluye el diseño y desarrollo de sistemas paralelos, la transformación de algoritmos secuenciales en paralelos, y las métricas de evaluación de performance sobre distintas plataformas de soporte (hardware y software). Más allá de las mejoras constantes en las arquitecturas físicas de soporte, uno de los mayores desafíos se centra en cómo aprovechar al máximo la potencia de las mismas.

### Líneas de investigación y desarrollo

- Paralelización de algoritmos secuenciales. Diseño y optimización de algoritmos.
- Arquitecturas multicore y multithreading en multicore.
- Modelos de representación y predicción de performance de algoritmos paralelos.
- Mapping y scheduling de aplicaciones paralelas sobre distintas

arquitecturas multiprocesador.

- Métricas del paralelismo. Speedup, eficiencia, rendimiento, granularidad, superlinealidad.
- Balance de carga estático y dinámico. Técnicas de balanceo de carga.
- Análisis de los problemas de migración y asignación óptima de procesos y datos a procesadores.
- Patrones de diseño de algoritmos paralelos.
- Escalabilidad de algoritmos paralelos en arquitecturas multiprocesador distribuidas.
- Implementación de soluciones sobre diferentes modelos de arquitectura homogéneas y heterogéneas.
- Laboratorios remotos para el acceso transparente a recursos de cómputo paralelo.

### **Algunas Implementaciones con procesamiento paralelo.**

#### **NVIDIA**

Capa física (physical layer):

- GPU PhysX.
- CPU PhysX.

Capa de gráficos (graphics layer):

- GPU DirectX Windows.

#### **Intel**

Capa física (physical layer):

- No GPU PhysX.
- CPU Havok.

Capa de gráficos (graphics layer):

- GPU DirectX Windows.

## **AMD**

Capa física (physical layer):

- No GPU PhysX.
- CPU Havok.

Capa de gráficos (graphics layer):

- GPU DirectX Windows.