



# Multiprocesadores de Memoria Distribuida

- Características de MMD
- Redes de Interconexión para MMD
- Programación de MMD
- Tipos de MMD



## Características de MMD

- Memoria asociada a cada procesador
  - ✓ acceso privado
- Red de Interconexión
  - ✓ intercambio de información entre procesadores
- Alternativas para la RI:
  - ✓ las mismas que para MMC → **problemas de escalabilidad**
  - ✓ utilizar enlaces punto a punto entre procesadores:
    - Problemas de encaminamiento
    - Rendimiento = **f (topología de la red)**

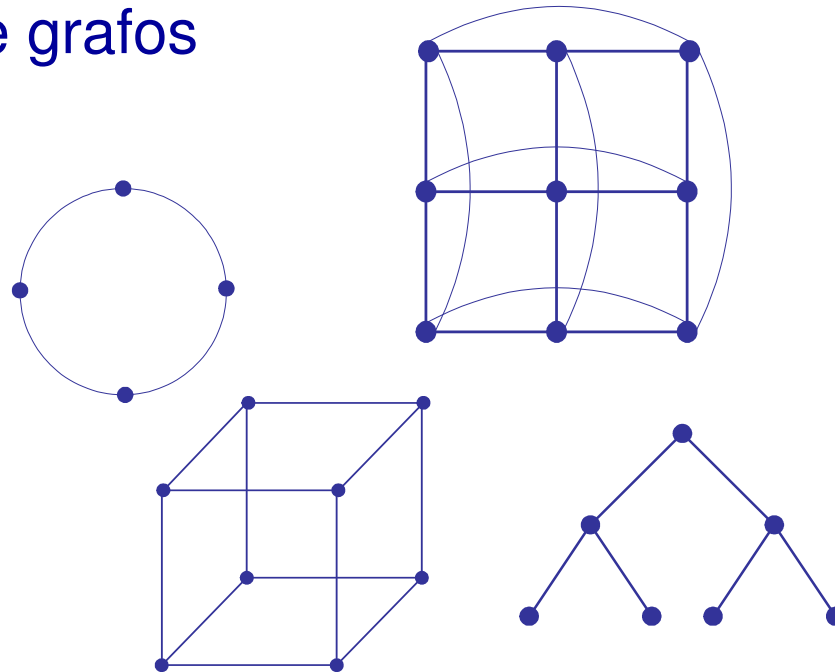


## Redes de Interconexión para MMD

- Las RI se modelan mediante grafos

- Redes típicas para MMD:

- ✓ Anillos
- ✓ Mallas / Toroides
- ✓ Hipercubos
- ✓ Árboles



- Una vez modelada la RI mediante su grafo, se estudian sus propiedades
- A partir de las propiedades del grafo se deducen las prestaciones de la RI



## Redes de Interconexión para MMD

### ➤ Propiedades de los grafos:

- ✓ Grado:  $n^{\circ}$  de arcos que inciden en cada nodo del grafo
  - relacionada con el  $n^{\circ}$  de canales por procesador → **coste del MMD**
- ✓ Diámetro: máximo  $n^{\circ}$  de arcos entre dos nodos cualesquiera
  - relacionada con el **retardo en las comunicaciones en el MMD**
  - aumento del grado → disminución del diámetro
- ✓ Conectividad: mínimo  $n^{\circ}$  de arcos cuya eliminación divide al grafo en dos partes desconectadas
  - relacionada con la **tolerancia a fallos del MMD**
- ✓ Regularidad: obtención de la red mediante la replicación de un patrón de interconexión
  - relacionada con la **facilidad de construcción y programación del MMD**



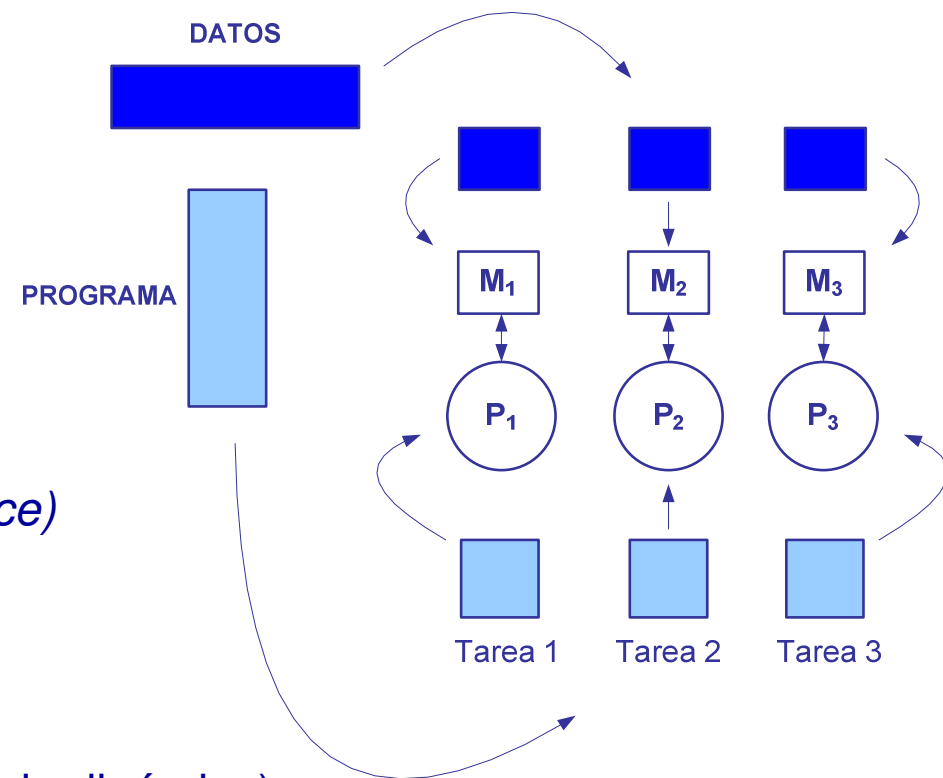
## Redes de Interconexión para MMD

Topología	Grado	Diámetro	Conectividad	Regularidad	Escalabilidad	Control NP	Estruc. Datos
Anillo	2	$N/2$	2	si	ilimitada	Inc. Min. = 1	unidimensional
Malla (NxN)	4	$2N-2$	2	si	ilimitada	Inc. Min = 1 fila + 1 colum.	bidimensional
Toroide (NxN)	4	N (N par) N-1 (N impar)	4	si	ilimitada	“	“
Hipercubo (dim D)	D	$\log_2(N) = D$	D	si	ilimitada	Inc. Min. = NP	varias
Arbol binario	3	2 x altura	1	si	ilimitada	Inc. Min. crece expon.	varias

N = N° de procesadores para el anillo, hipercubo y árbol.

## Programación de MMD

- Descomposición en tareas + Distribución de datos
  - ✓ Estática:
    - Programador
- Comunicaciones
  - ✓ librerías de paso de mensajes
  - ✓ Ej. MPI (*Message Passing Interface*)
- Planificación de tareas
  - ✓ Programador + SO
  - ✓ Estática (sobrecarga excesiva en la dinámica)
  - ✓ Objetivos:
    - **Mínima comunicación**
    - **Máxima concurrencia**





## Tipos de MMD

- **MPP** (*Massively Parallel Processor*)
  - ✓ máquinas con cientos o miles de procesadores
- **COW** (*Cluster of Workstations*)
  - ✓ cada nodo es una estación de trabajo o PC
- **Constellation** (*Cluster of SMPs*)
  - ✓ cada nodo es un multiprocesador simétrico