

3. COMPUTADORES MIMD

3.1. El cluster de computadores personales utilizado por Google ha sido clave para el éxito de este buscador. Otras muchas compañías (Amazon, AOL, Yahoo, etc.) utilizan clusters de computadores personales o estaciones de trabajo para suministrar servicios de Internet. Lee el apartado 8.10 de Hennessy y Patterson [2002], para informarte acerca de los clusters. Tras la lectura debes tener claro: a) en qué consiste básicamente el hardware y el software de un cluster; b) las principales diferencias, ventajas e inconvenientes de un cluster frente a un MIMD NUMA; c) qué otro tipo de aplicaciones, aparte de las de Internet, están haciendo uso de clusters.

3.2. ¿Por qué si en las caches de un multiprocesador de un solo bus la frecuencia de fallos es del 2% no se reduce el tráfico del bus 50 veces?

3.3. En un protocolo de coherencia caché, basado en propietario, un bloque respecto a una caché puede estar en uno de estos tres estados:

- Inv (inválido). Los datos del bloque no son válidos o el bloque no está en la caché.
- RO (sólo lectura). La memoria principal es la propietaria del bloque. Hay una copia válida del bloque en la caché y en memoria principal y pueden existir otras copias en distintas cachés.
- RW (lectura-escritura). La caché es la propietaria del bloque. Sólo en la caché está el bloque actualizado.

Elabora una tabla de transiciones de estado de un bloque respecto a la caché **i**, teniendo en cuenta que las acciones posibles son W(i), R(i), Z(i), W(j), R(j), Z(j) donde W significa escritura, R, lectura y Z, reemplazo de bloque. El índice determina qué procesador realiza la operación. La estrategia de escritura siempre es *write-back* (postescritura) con invalidación en escritura.

3.4. Algunas magnitudes importantes en una red de interconexión son:

1. **Grado:** número de enlaces de un nodo.
2. **Diámetro:** máximo número enlaces en un camino mínimo entre dos nodos
3. **Distancia media** entre nodos
4. **Bisección:** mínimo número de enlaces que atraviesa una división imaginaria de la red en dos partes con igual número de nodos (± 1)

Completa la siguiente tabla, para redes de N ($=2^n$) nodos.

	Indicadores de coste		Indicadores de rendimiento		
Tipo de red	Grado	Número enlaces	Diámetro	Distancia media	Bisección
Anillo					
Malla 2D	≤ 4	$2(N - N^{1/2})$			
Toro 2D	4				
Hipercubo nD					

3.5. Una red omega permite establecer conexiones entre los $N (=2^n)$ procesadores de un MIMD. ¿Cuántas conexiones sin bloqueo, biunívocas, pueden establecerse en el conjunto de procesadores? ¿Qué fracción del total de conexiones biunívocas pueden establecerse sin bloqueo en la red? ¿Qué tanto por ciento supone dicha fracción para $N=4, 8, 16$?

3.6. La topología de red hipercubo se utiliza mucho en computadores masivamente paralelos por su capacidad para simular una amplia variedad de otras topologías. Demuestra que cualquier malla (sin conexiones entre los bordes) de $p \times q$ nodos es un subgrafo de un cubo- n , para n suficientemente grande.

3.7. Dado un sistema formado por dos componentes en paralelo cuyas fiabilidades son $e^{-\kappa t}$ y $e^{-\lambda t}$, calcula el tiempo medio de fallo de ese sistema.