



Arquitectura e Ingeniería de Computadores

Modulo III. Multiprocesadores

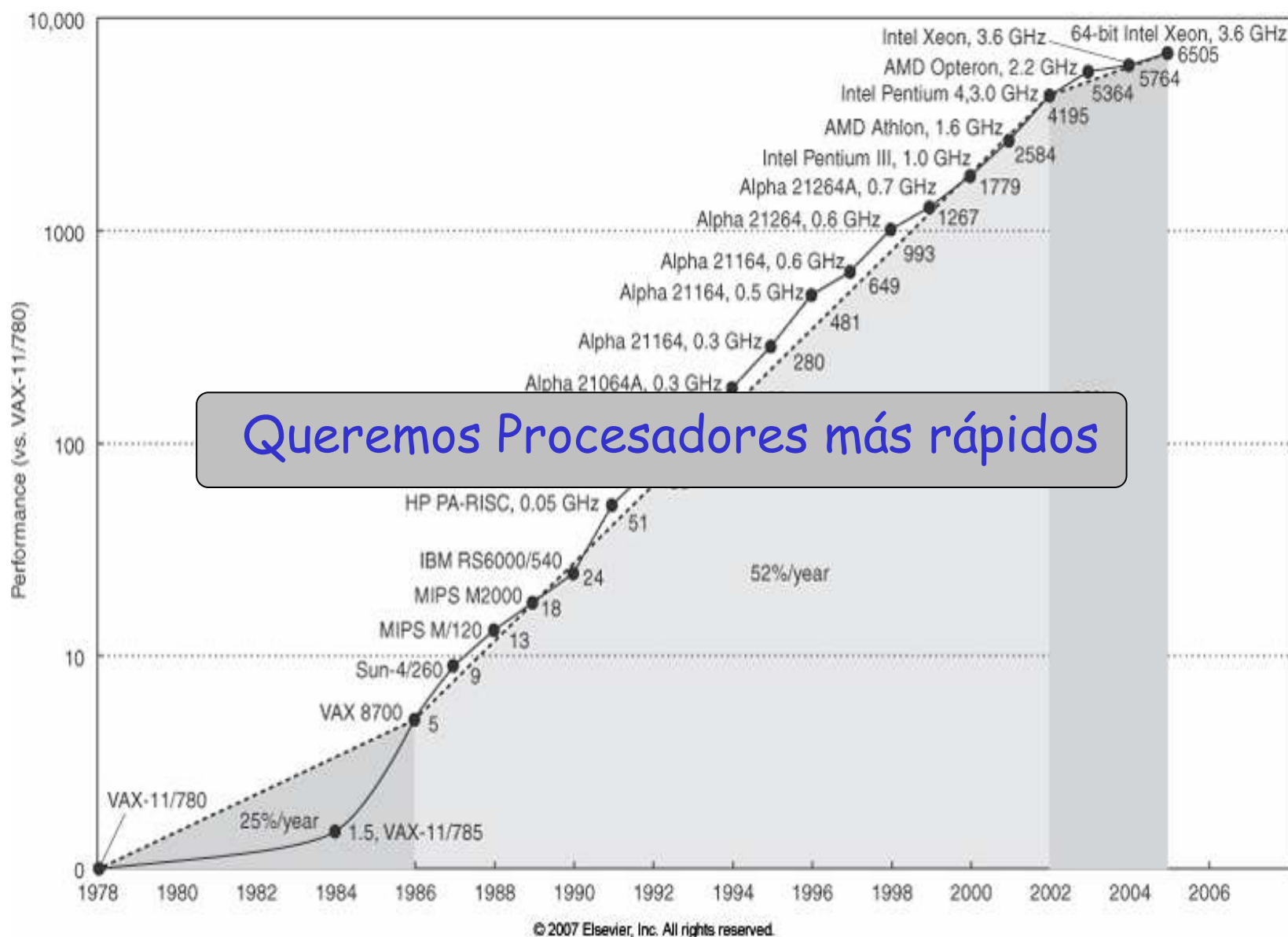
Tema 7. Introducción a los computadores paralelos

Lección 1

¿Por qué arquitecturas paralelas?

Evolución del rendimiento de los procesadores (1)

3



- **Antes de los años 80: 1.25 anual.**

- Los factores principales de diseño que afectan a las prestaciones son:

- **Mejoras tecnológicas.**

- Disminución del “feature size” (λ)

- Aumento de la velocidad de los transistores (proporcional a λ)
- Aumento de la velocidad de reloj (proporcional a λ)
- Aumento del número de transistores (proporcional a λ^2)

- Aumento del tamaño del chip en si mismo (wafer scale integration)

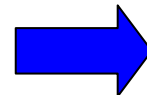
- A finales de los 70 se comienza a utilizar microprocesadores.

■ Mediados de los 80 - 2002 : 1.52 anual.

- Mejoras tecnológicas.
 - La ley de Moore se sigue cumpliendo
 - Tamaño del transistor: De 10µm en 1971 a 180nm en 2002.
- Desarrollo de la arquitectura RISC (*Reduced Instruction Set Computers*)
- **Mejoras arquitectónicas:** paralelismo a nivel de instrucción (ILP) y caches.

Procesador escalar (segmentado)

- Planificación estática
- Planificación dinámica
- Planifi din + Especulación



Procesador superescalar

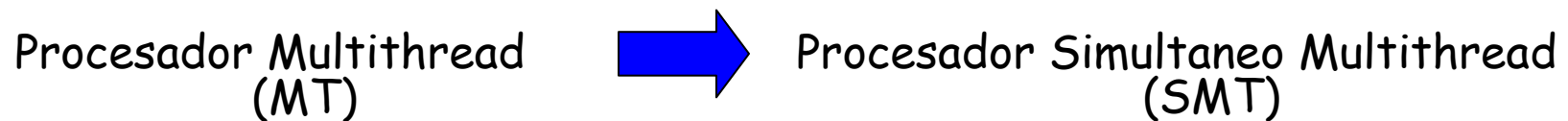
Procesador VLIW

IPC mayor igual 1

IPC menor 1

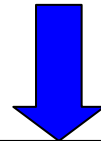
Las mejoras arquitectónicas han permitido mejorar en un factor de 7 lo que se conseguirá únicamente con mejoras tecnológicas.

- **2002 - actual : 1.2 anual.**
 - Mejoras tecnológicas
 - Hasta ahora se ha cumplido la ley de Moore
 - Tamaño del transistor: De 180nm en 2002 a 45nm en 2009.
 - Aumento notable de la potencia de cálculo disponible: un microprocesador actual hace lo mismo que un supercomputador hace 10 años.
 - Alcanzado límites en ILP
 - Se exploran nuevos paralelismos: a nivel de tarea (TPL)



■ Actualmente:

- La experiencia demuestra que la ley empírica de Moore se cumple. Pero:
 - Las prestaciones finales se ven muy afectadas por otras consideraciones de diseño, muchas de ellas relacionadas con el software.
 - Es concebible que **finalmente se llegue a los límites** de las actuales tecnologías de semiconductores, necesitándose un cambio cualitativo imprevisible.
 - **Paralelismo en la ejecución de operaciones** como única forma de sobrepasar la Ley de Moore.
- la mejora de las prestaciones debe buscarse en el empleo de varios procesadores en el mismo chip

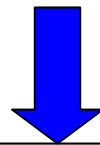


Arquitecturas paralelas

- **Consideraciones sobre la memoria**

- El volumen de datos asociados a las necesidades actuales crece de una forma exponencial.
- La velocidad de acceso a memoria crece mucho más lentamente que la velocidad a la que se puede operar con los datos.
- Cada vez mayor distancia con la velocidad del procesador:

- **Soluciones para enmascarar latencias de acceso a memoria**
 - La jerarquía de memoria
 - Paralelismo en la ejecución
 - Procesadores escalares con planificación dinámica y especulación
 - Procesadores superescalares
 - Procesadores multithread
 - Simultáneos multithread
 - **Paralelismo en el acceso** a los datos
 - Diferentes bancos de memoria
 - Múltiples procesadores acceden a módulos de memoria independiente



Arquitecturas paralelas

■ Las aplicaciones presentan paralelismo a distintos niveles:

■ Nivel de programa

- Los diferentes procedimientos de una aplicación se pueden ejecutar en paralelo

- Procesadores multithread
- Simultáneos multithread

La aplicación se pueden ejecutar entre ellos

■ Nivel de funciones

- Un programa está constituido por funciones. Las funciones que no presentan dependencias se pueden ejecutar en paralelo

■ Nivel de bucle

- Se pueden ejecutar en paralelo las iteraciones que eliminan las dependencias

■ Procesadores escalares

- con planificación dinámica y especulación

que se

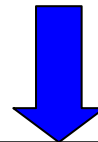
■ Procesadores superescalares

■ Nivel de operación

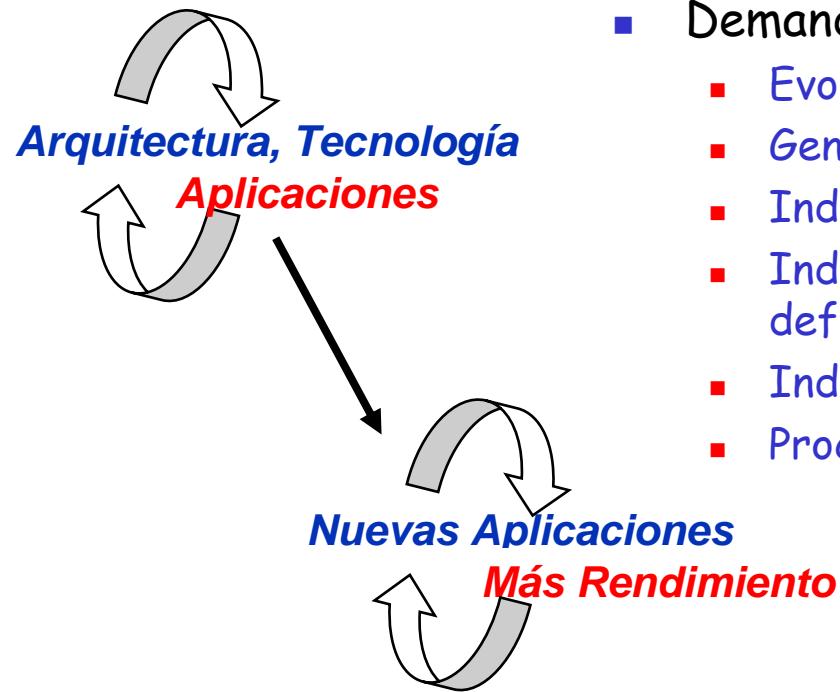
- Todas las instrucciones que no presenten dependencias se pueden ejecutar en paralelo.

- **Actualmente hay aplicaciones que:**

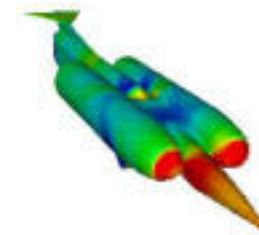
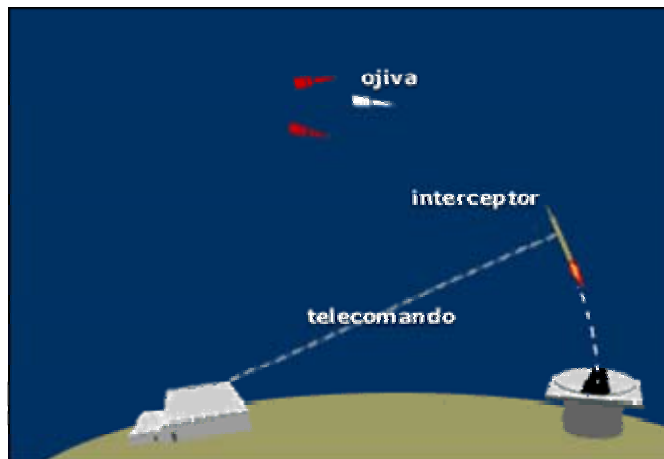
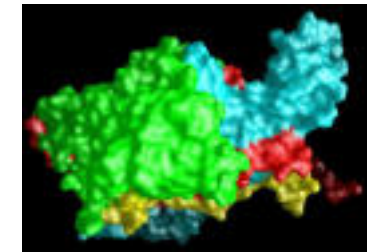
- Requieren una potencia mayor que la que proporciona un sistema uniprocador:
 - Bases de datos, servidores de aplicaciones, servidores de Internet
 - Aplicaciones científicas y de ingeniería
 - Tratamiento de imágenes y gráficos
- Requieren alta tolerancia a fallos
 - Centrales nucleares, aplicaciones médicas
 - Un fallo implica riesgo de vida
 - Investigaciones espaciales
 - Un fallo implica pérdida de tiempo y dinero



Arquitecturas paralelas



- Demanda: Aplicaciones "Grand-Challenge"
 - Evolución climática-Predicción meteorológica
 - Genómica y Proteómica (Industria farmacéutica)
 - Industrias Aeronáutica y Automovilística
 - Industria Militar (Proyecto ASCI departamento defensa US)
 - Industria Entretenimiento
 - Procesamiento Transaccional



Evolución climática-Predicción meteorológica.

- **Necesidades de memoria y cálculo**

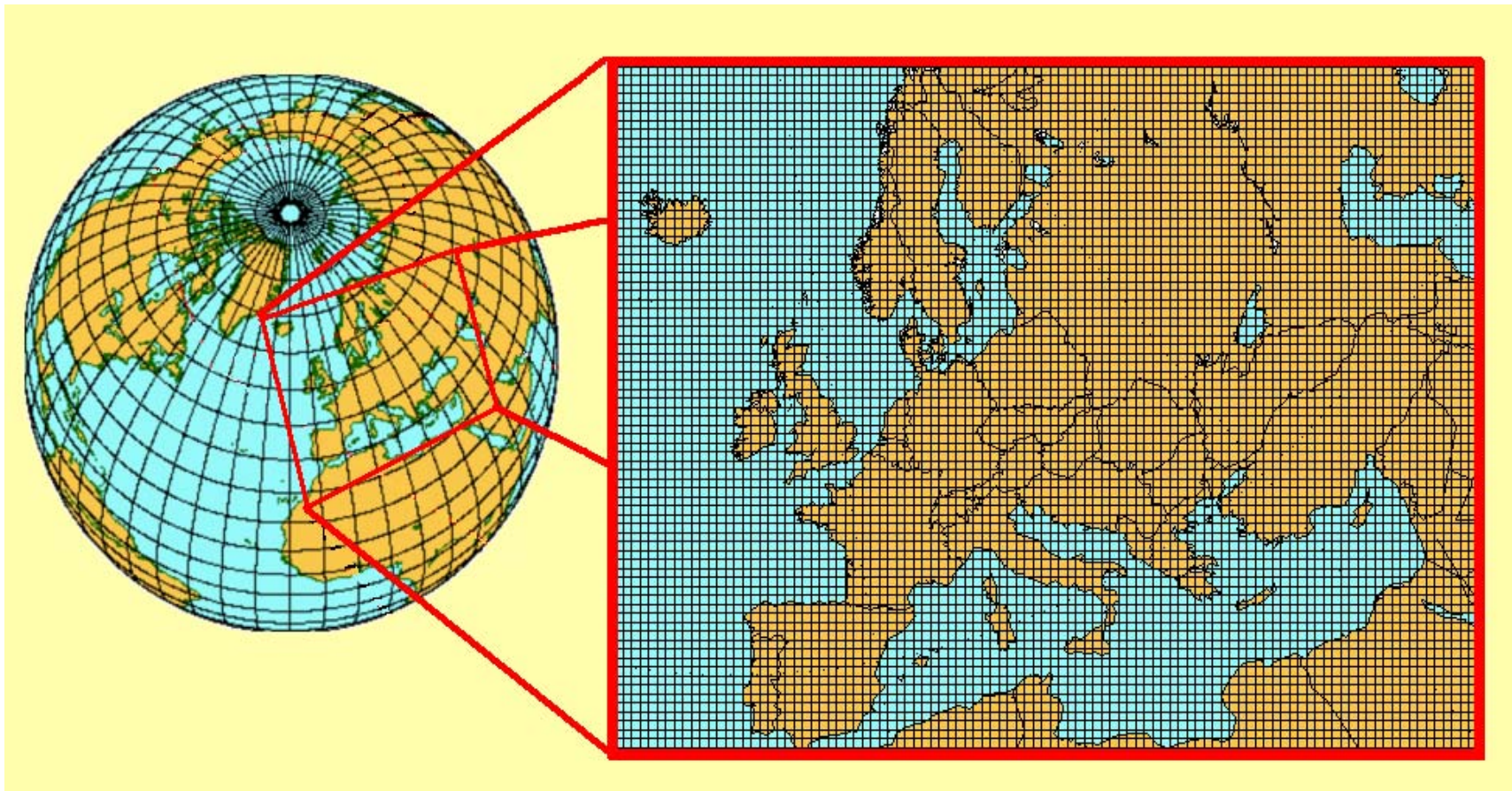
- El clima es una función de la longitud , latitud, altura, tiempo
- Para cada uno de estos puntos se debe calcular temperatura, presión, humedad, y velocidad del viento (3 componentes)
- Conocido **clima(i,j,k,t)**, el simulador debe proporcionar el valor **clima(i,j,k,t+ Δt)**

- Predicción **1 Minuto** → **8 Gflops**
- Predicción del tiempo **a 7dias en 24 horas** → **56 Gflops**
- Predicción de clima **a 50 años en 30 días** → **4.8 Tflops**

Ejemplo 1: meteorología (2)

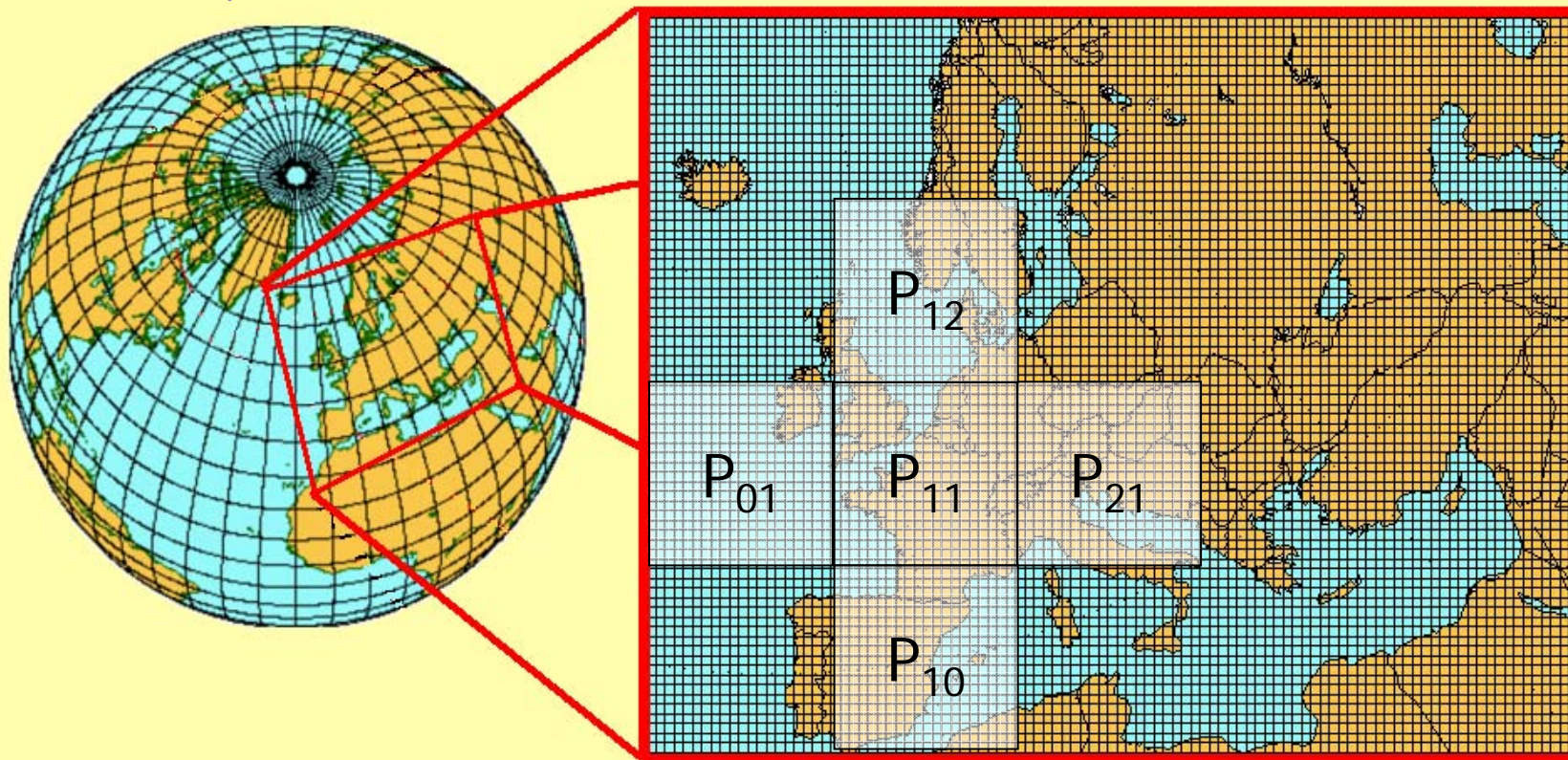
Modelo Climático Regional : modelo atmosférico con una resolución alta (50 km o menos) aplicado a un área limitada del globo

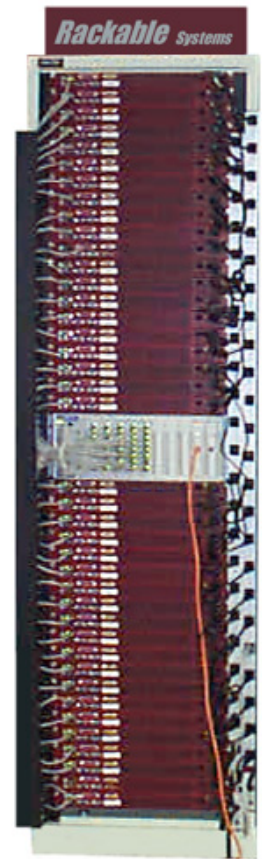
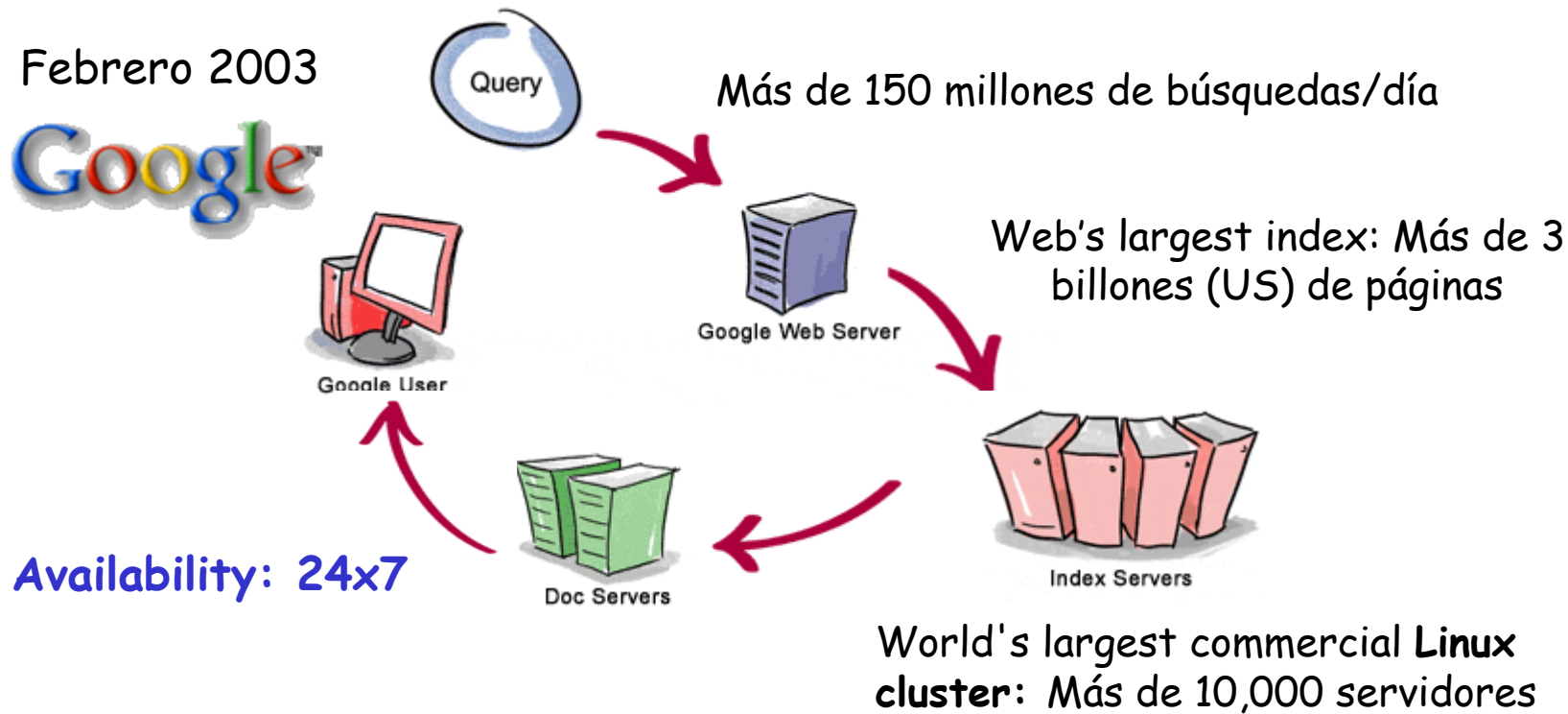
Está anidado en la malla de un **Modelo Climático Global**



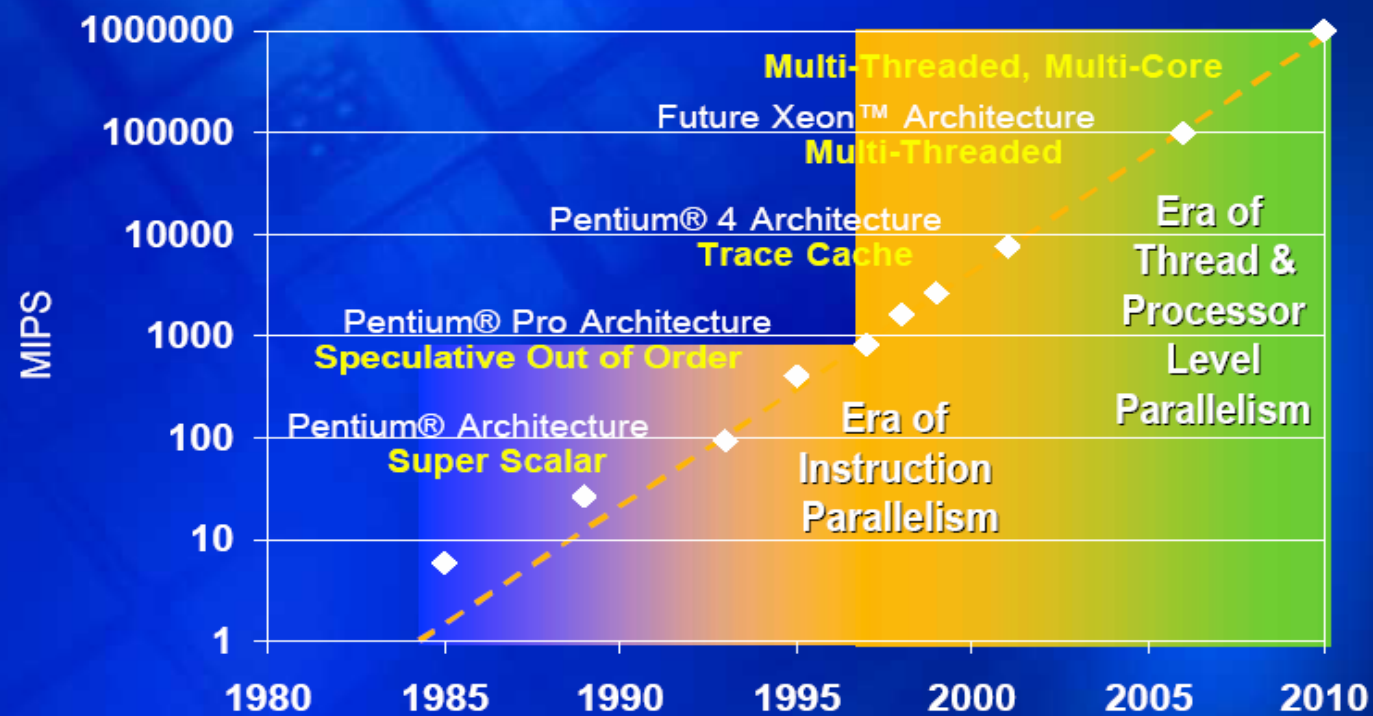
Ejemplo 1: meteorología (3)

Paralelismo Datos





Parallelism in Transition



intel®

22