Sistemas Distribuidos. Introducción

Alberto Lafuente

Mikel Larrea

Dpto. ATC, UPV/EHU

Contenido

1 Motivación

2 Propiedades de los sistemas distribuidos

3 Aplicaciones distribuidas

4 Soporte hardware

5 Soporte software

6 Estructura de un sistema distribuido

1 Motivación

- Objetivo
  - compartir recursos (servicios/dispositivos)
- Tipos de sistemas (evolución histórica)
  - sistemas por lotes: proceso diferido, secuencial
  - sistemas centralizados de tiempo compartido: terminal
  - sistemas de teleproceso: red telefónica
  - sistemas personales: estaciones de trabajo, PCs
  - sistemas en red: cliente/servidor, protocolos (TCP/IP)
  - sistemas distribuidos: transparencia (GUI, RPC/RMI)

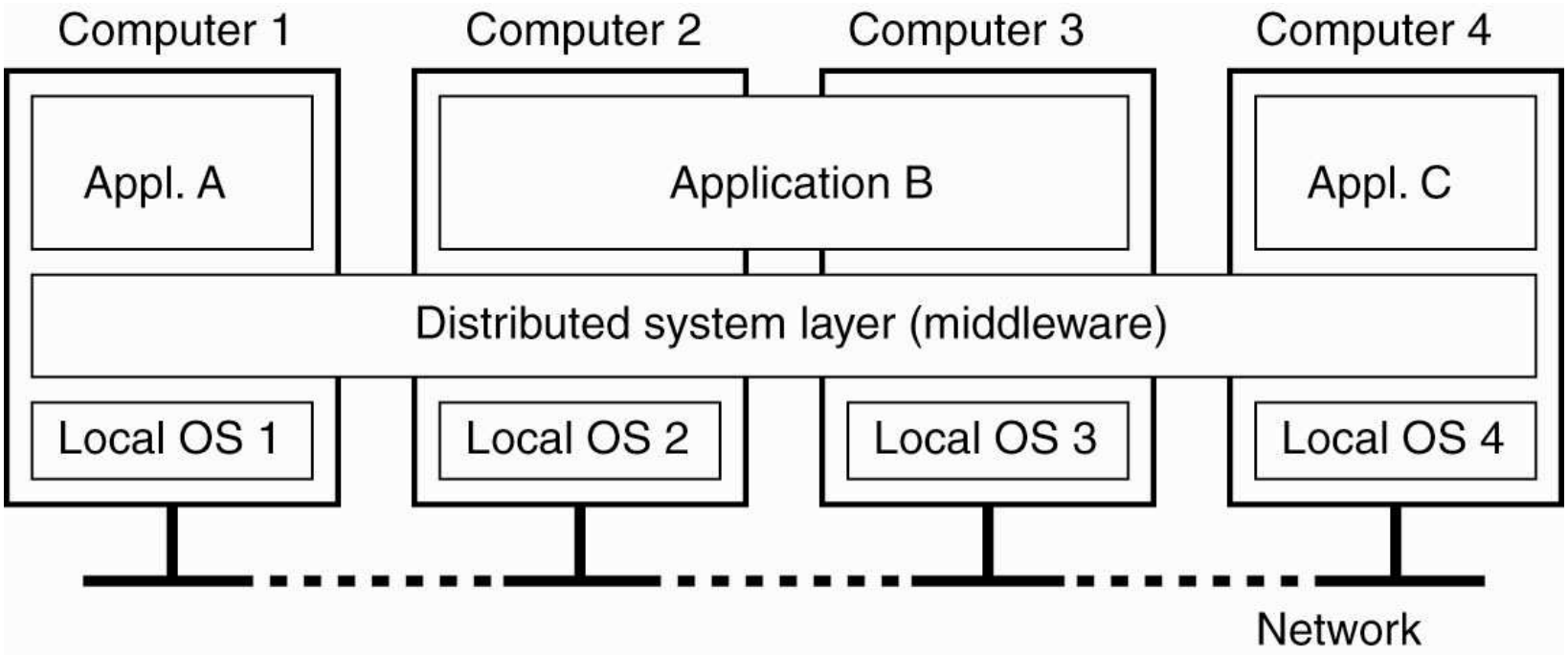
1 Motivación

"A distributed system is a collection of independent computers that appears to its users as a single coherent system"

- Una definición de sistema distribuido
  - (1) conjunto de *computadores*
  - (2) interconectados
    - igual que un sistema en red
  - (3) que comparten un estado
  - (4) ofreciendo una visión de sistema único (*SSI*)
    - igual que un sistema centralizado

1 Motivación

- Un sistema distribuido es software ⇒ *Middleware*



A distributed system organized as middleware. The middleware layer extends over multiple machines, and offers each application the same interface

1 Motivación

- Ventajas respecto a un sistema centralizado
  - bajo coste: puede estar compuesto de PCs estándar
  - escalabilidad: consecuencia de su modularidad
  - flexibilidad: reutilización de máquinas “viejas”
  - disponibilidad: mediante replicación de recursos
  - ofrecen la posibilidad de paralelismo
  - permiten acceder a recursos remotos
- Ventajas respecto a un sistema en red
  - uso más eficiente de los recursos (migración)
  - acceso transparente a los recursos

1 Motivación

- Desventajas respecto a un sistema centralizado
  - un sistema centralizado del mismo coste es más eficiente que cada uno de los componentes del sistema distribuido
  - si la distribución de recursos es inadecuada algunos recursos pueden estar desbordados mientras otros están libres
  - mantener la consistencia puede ser muy “costoso”
  - la red de interconexión es una fuente de problemas
  - la gestión de la seguridad es más compleja

1 Motivación

- Tendencias
  - Informática móvil
    - Nuevos dispositivos: PDAs, teléfonos móviles con Java…
    - Redes inalámbricas, redes ad-hoc
  - Sistemas ubicuos (*pervasive systems*)
    - Computadores ubicuos: hogar (domótica), automóvil, oficina, hospitales…
    - Un entorno ubicuo es por naturaleza cambiante
    - Protocolos para descubrimiento de recursos: Jini, UPnP…

2 Propiedades de los SD

- Objetivo
  - Visión de sistema único *(Single System Image*)
- Propiedades *deseables*
  - Transparencia
  - Escalabilidad
  - Fiabilidad y tolerancia a fallos
  - Consistencia

2 Propiedades de los SD

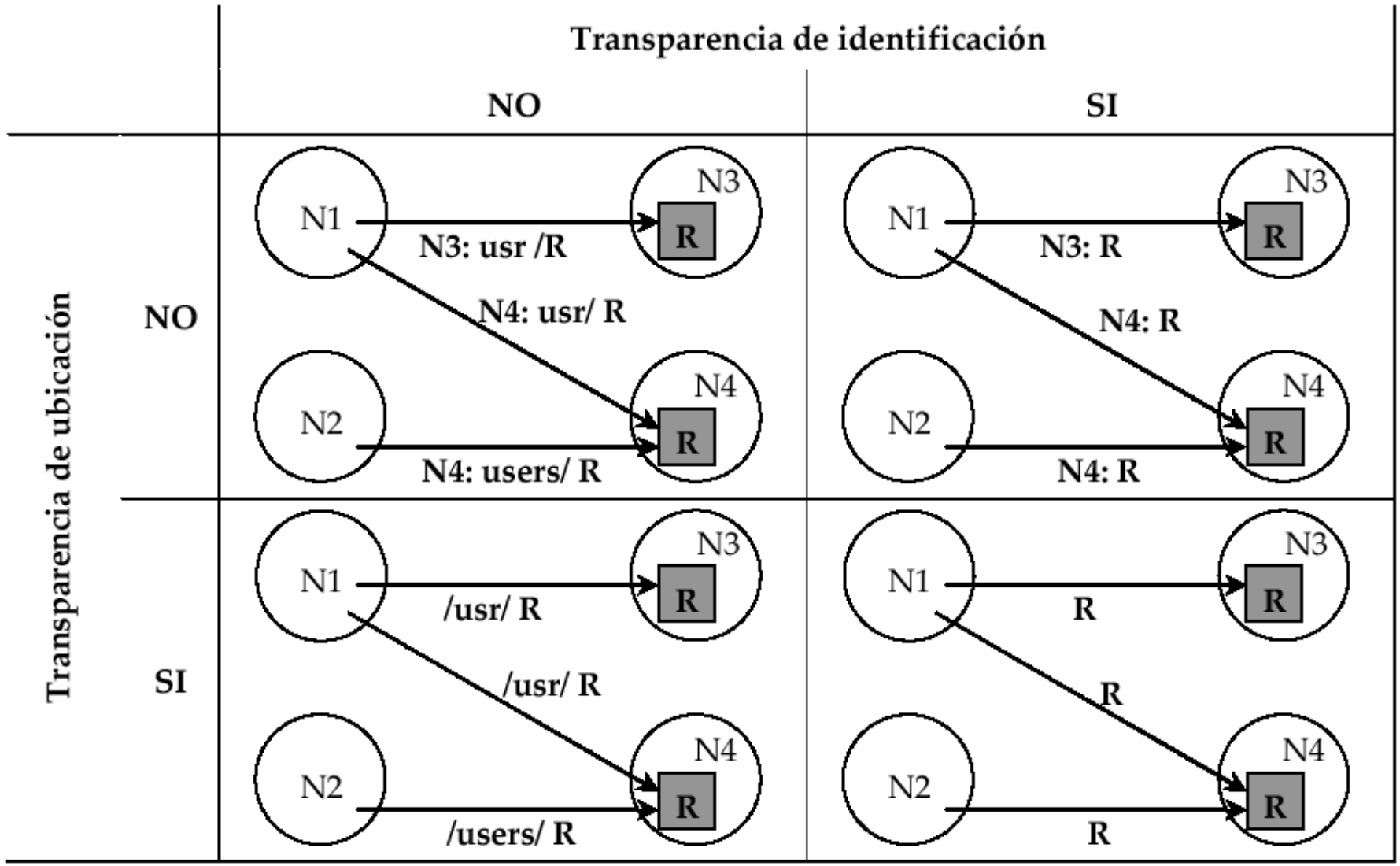
- Transparencia
  - de identificación: los espacios de nombres de los recursos son independientes de la topología de la red y de la propia distribución de los recursos
  - de ubicación: los recursos pueden migrar entre nodos
  - de replicación
  - de paralelismo: sin que la aplicación lo especifique y sin consecuencias negativas sobre la ejecución
  - de compartición: accesos simultáneos a recursos
  - de rendimiento: es necesario buscar soluciones de compromiso cuando la degradación del rendimiento hace impracticable implementar alguna de las propiedades

Transparency in a Distributed System

⌘**Transparency**	⌘**Description**
⌘Access	⌘Hide differences in data representation and how a resource is accessed
⌘Location	⌘Hide where a resource is located
⌘Migration	⌘Hide that a resource may move to another location
⌘Relocation	⌘Hide that a resource may be moved to another location while in use
⌘Replication	⌘Hide that a resource may be replicated
⌘Concurrency	⌘Hide that a resource may be shared by several competitive users
⌘Failure	⌘Hide the failure and recovery of a resource
⌘Persistence	⌘Hide whether a (software) resource is in memory or on disk

Different forms of transparency in a distributed system

Transparency in a Distributed System



Transparencia de identificación y de ubicación

2 Propiedades de los SD

- Escalabilidad
  - Capacidad de crecer sin disminuir su rendimiento
    - Basada en la modularidad
  - Espacios de nombres
    - identifican objetos de diferente naturaleza: ficheros, procesos, variables, direcciones de memoria (DSM)…
    - espacios lineales (memoria): 32 bits insuficientes
    - en general los espacios de nombres son jerárquicos y por lo tanto escalables por naturaleza
  - Mantenimiento del rendimiento: replicación
    - *mirroring*, *caching*
    - obtener transparencia de replicación es complejo/costoso

2 Propiedades de los SD

"A distributed system is one in which the failure of a computer you didn't even know existed can render your own computer unusable" (Leslie Lamport)

- Fiabilidad

  "Capacidad para realizar correctamente y en todo momento las funciones para las que se ha diseñado"

  - Disponibilidad
    - Fracción de tiempo que el sistema está operativo (%)
      - parámetros: *MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR…*
      - componentes de alta calidad vs replicación (más barata)
  - Tolerancia a fallos
    - Capacidad para seguir operando correctamente ante el fallo de alguno de sus componentes
      - replicación (pasiva, activa)

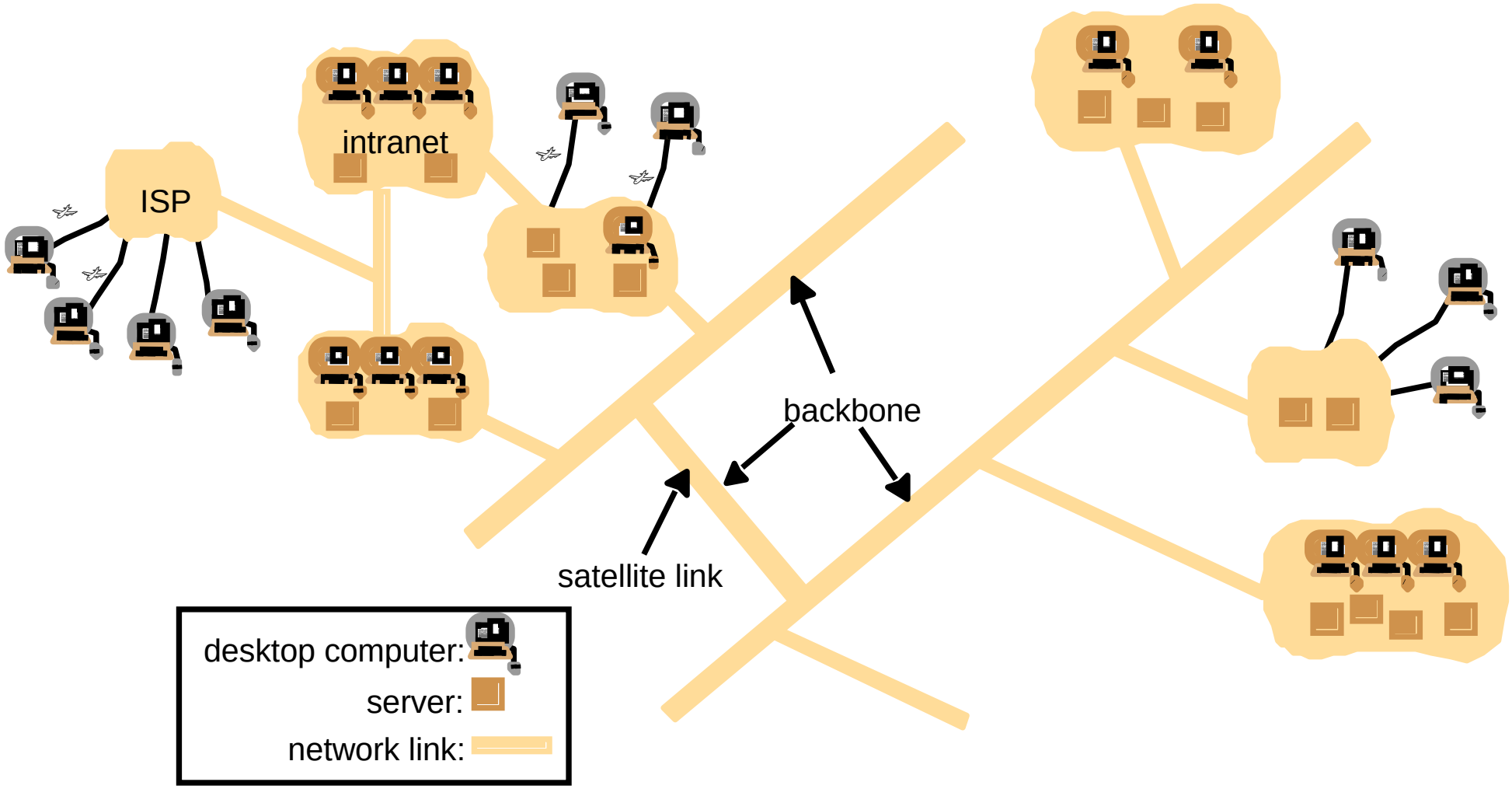
2 Propiedades de los SD

- Consistencia
  - Problemas relacionados con la replicación
    - la red de interconexión es una nueva fuente de fallos
    - la seguridad del sistema es más vulnerable
    - la gestión del estado global es más compleja/costosa
  - Problemas para mantener la consistencia
    - distribución física: varias copias, cada una con su estado
    - errores y/o retardos en las comunicaciones
    - ausencia de reloj global: ¿cómo ordenar eventos?
  - Técnicas: transacciones, comunicación a grupos
  - Para un rendimiento aceptable: relajar consistencia

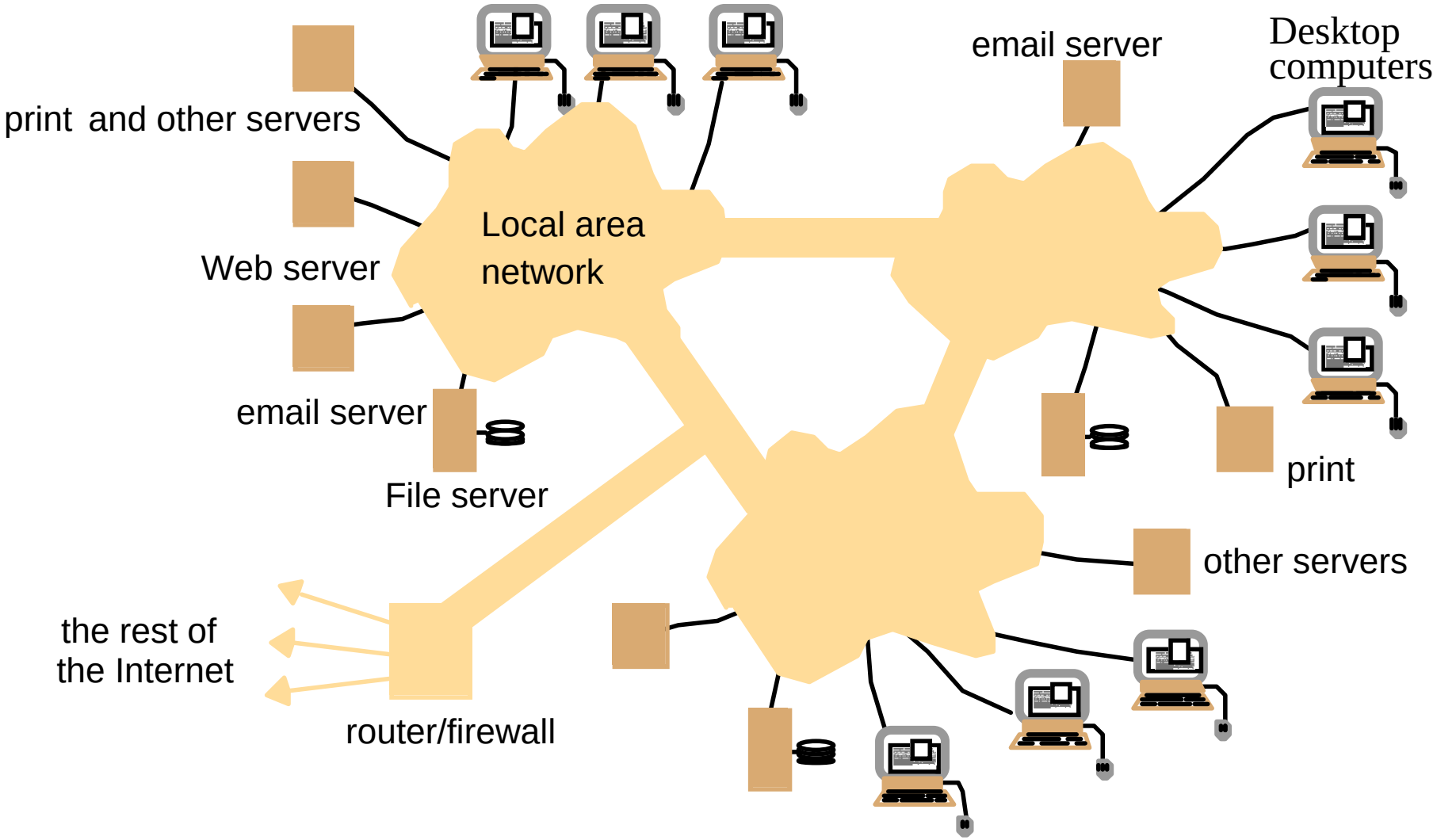
3 Aplicaciones distribuidas

- Aplicaciones paralelas: muchas tareas a la vez
  - objetivo principal: disminuir el tiempo de ejecución
- Aplicaciones distribuidas (motivaciones):
  - alto rendimiento: *cluster computing*
  - tolerancia a fallos: replicación, transacciones
    - sistemas informáticos bancarios
    - la gestión de la consistencia es crítica
  - alta disponibilidad: *caching, mirroring*
    - bajo tiempo de respuesta: WWW, sistemas de ficheros…
    - la consistencia es importante, pero no crítica
  - movilidad, ubicuidad: aplicaciones *AmI*

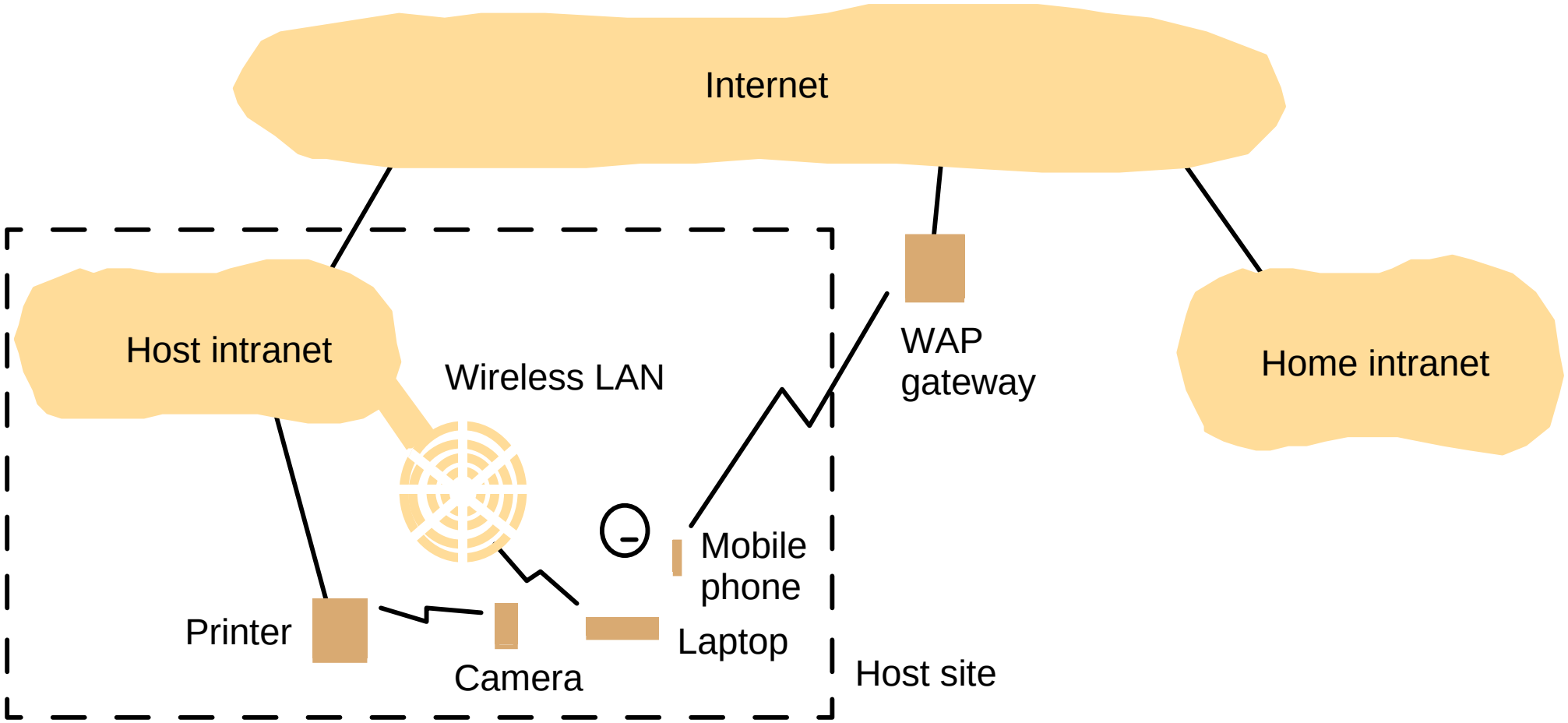
The Internet as a Distributed System



An intranet as a Distributed System



Mobile/Ubiquitous Computing as a Distributed System



Algunas cifras sobre *Internet*

Fecha	*Computadores*	*Servidores Web*	*Porcentaje*
Diciembre 1979	188	0	0%
Julio 1989	130,000	0	0%
Julio 1993	1,776,000	130	0.007%
Julio 1995	6,642,000	23,500	0.4%
Julio 1997	19,540,000	1,203,096	6%
Julio 1999	56,218,000	6,598,697	12%
Julio 2001	125,888,000	30,000,000	24%
Enero 2003	171,638,000	35,000,000	20%
Julio 2007	490,000,000	125,000,000	25%

4 Soporte hardware

- ¿Qué se entiende por computador?

datos / instrucciones	**un dato a la vez**	**muchos datos a la vez**
una instrucción a la vez	*SISD* arquitecturas Von Neumann clásicas	*SIMD* procesadores vectoriales
muchas instruccio-nes a la vez	*MISD* no se ha implementado	*MIMD* multiprocesadores, multicomputadores, redes

Clasificación de Flynn-en

4 Soporte hardware

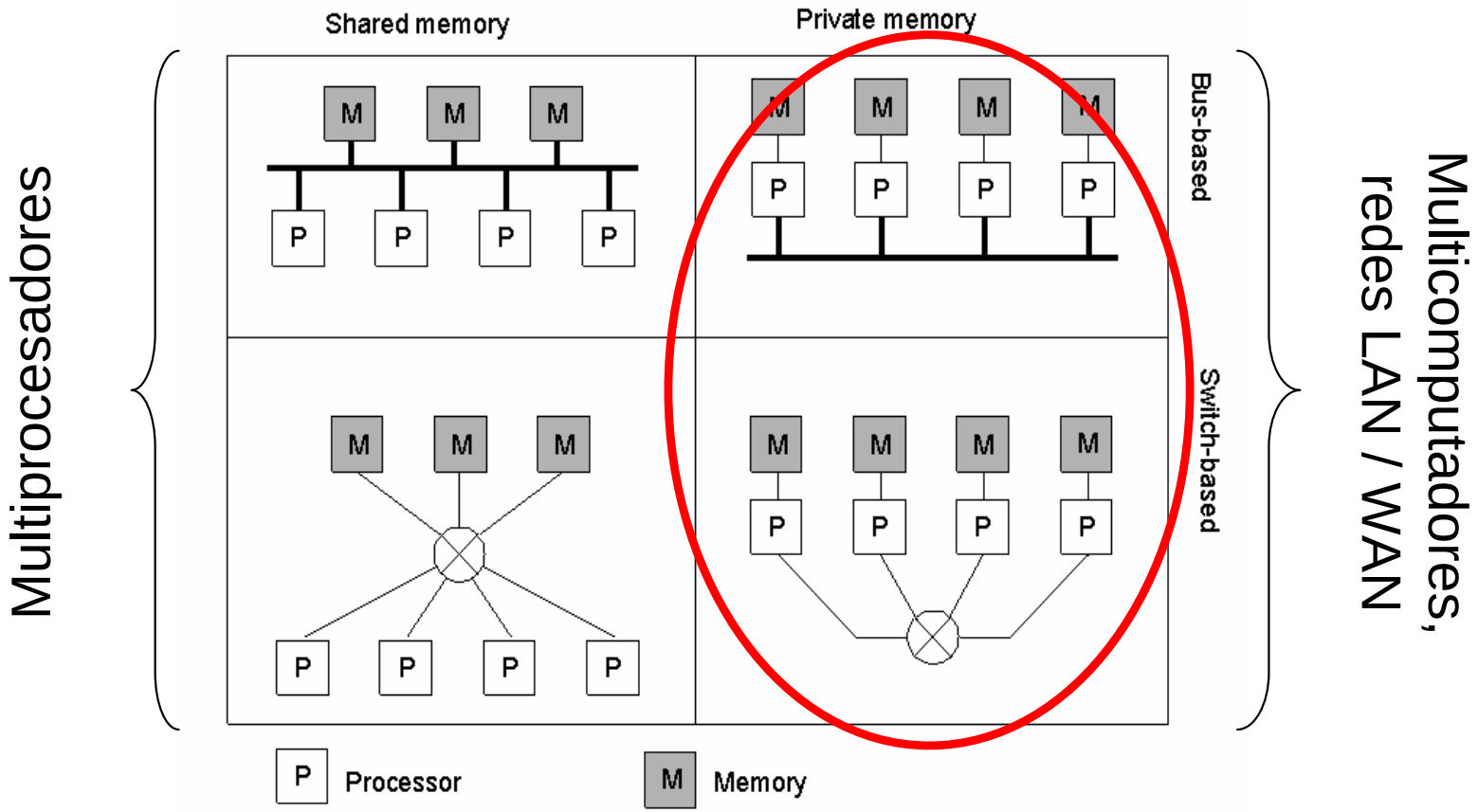
- *MIMD*: grado de acoplamiento e interconexión

grado de acoplamiento / interconexión	**memoria física compartida**	**espacios de memoria física independientes**
bus compartido	multiprocesadores	multicomputadores, redes *LAN*
red de interconexión	multiprocesadores *UMA* y *NUMA*	multicomputadores, redes *WAN* (*Internet*)

Tipos de arquitecturas MIMD

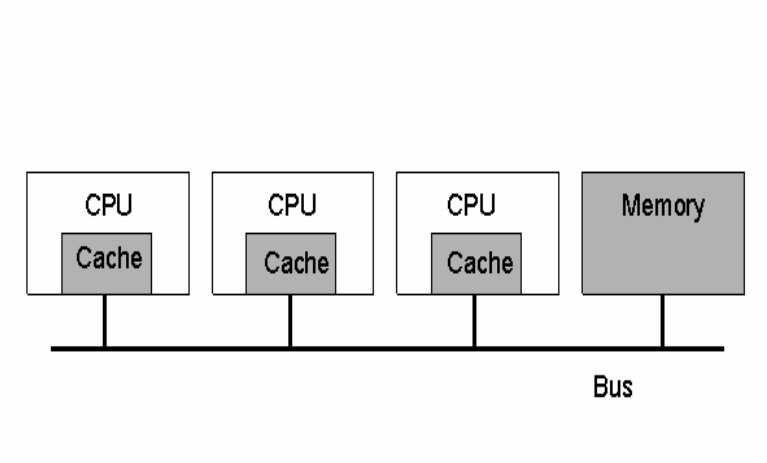
4 Soporte hardware

- *MIMD*: grado de acoplamiento e interconexión

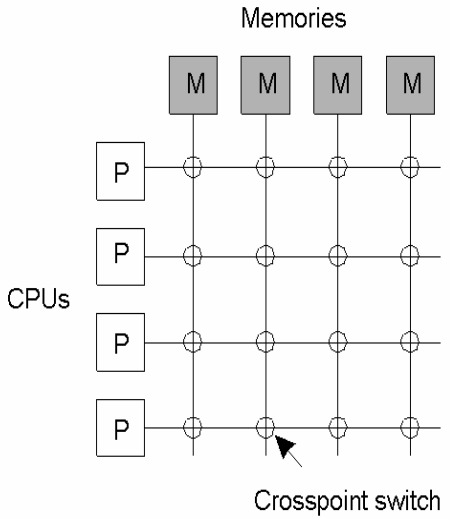


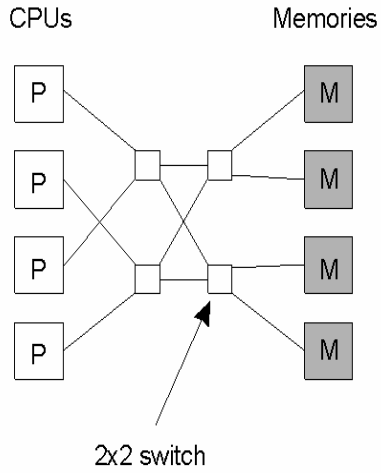
4 Soporte hardware

⌘ Multiprocesadores



Bus-based multiprocessor



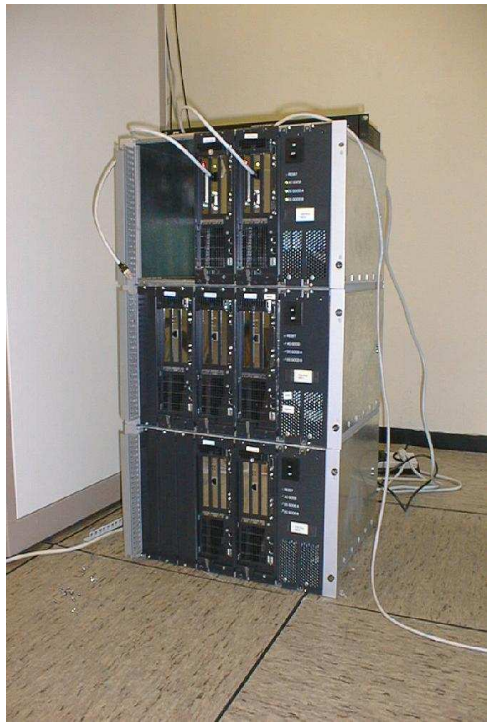


a) *Crossbar switch*

b) *Omega switching network*

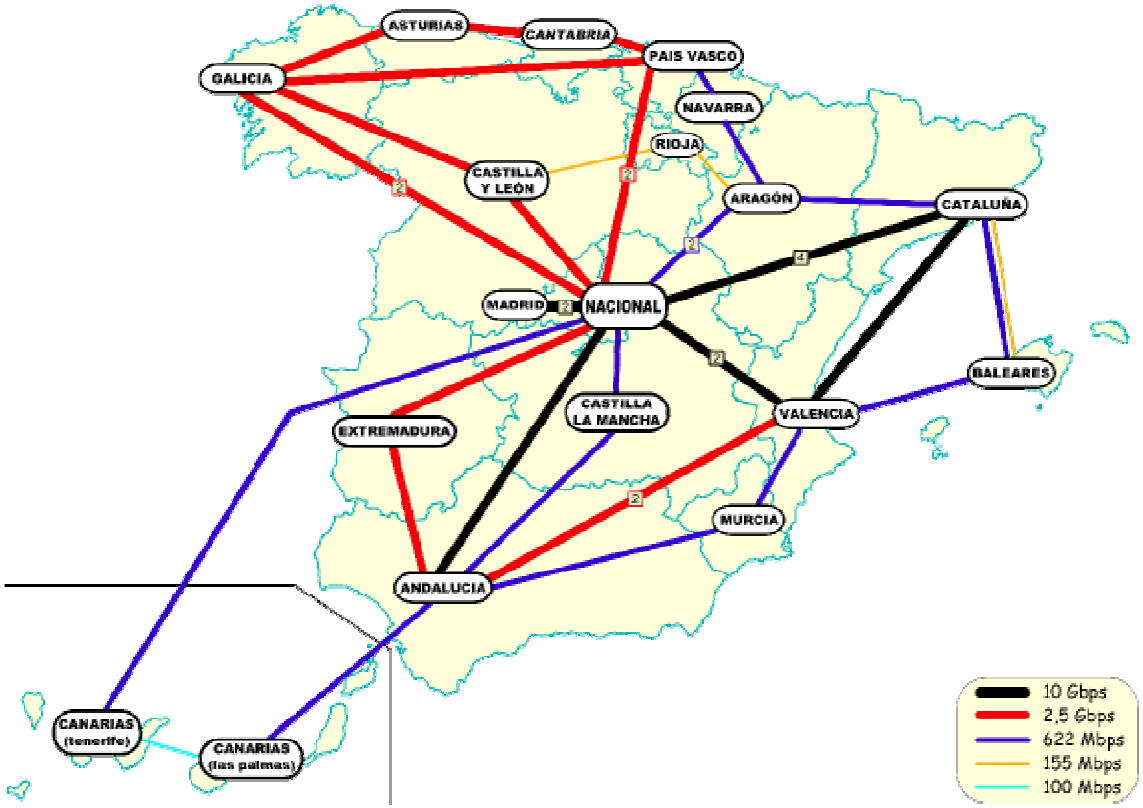
4 Soporte hardware

- Multicomputadores


4 Soporte hardware

- Redes LAN / WAN



Red RedIRIS

4 Soporte hardware

- Redes de comunicación
  - Cableadas
    - PAN: USB (1 m, 12 - 480 Mbps)
    - LAN: Ethernet (1 km, 10 - 1000 Mbps)
    - MAN: ATM (10 km, 1 - 150 Mbps)
    - WAN: Internet (ámbito mundial, 0,5 - 600 Mbps)
  - Inalámbricas
    - PAN: Bluetooth (10 m, 0,5 - 2 Mbps), Zigbee, IrDA
    - LAN: WiFi (100 m, 2 - 54 Mbps)
    - MAN: WiMAX (10 km, 1,5 - 20 Mbps)
    - WAN: UMTS (ámbito mundial, 2 Mbps)

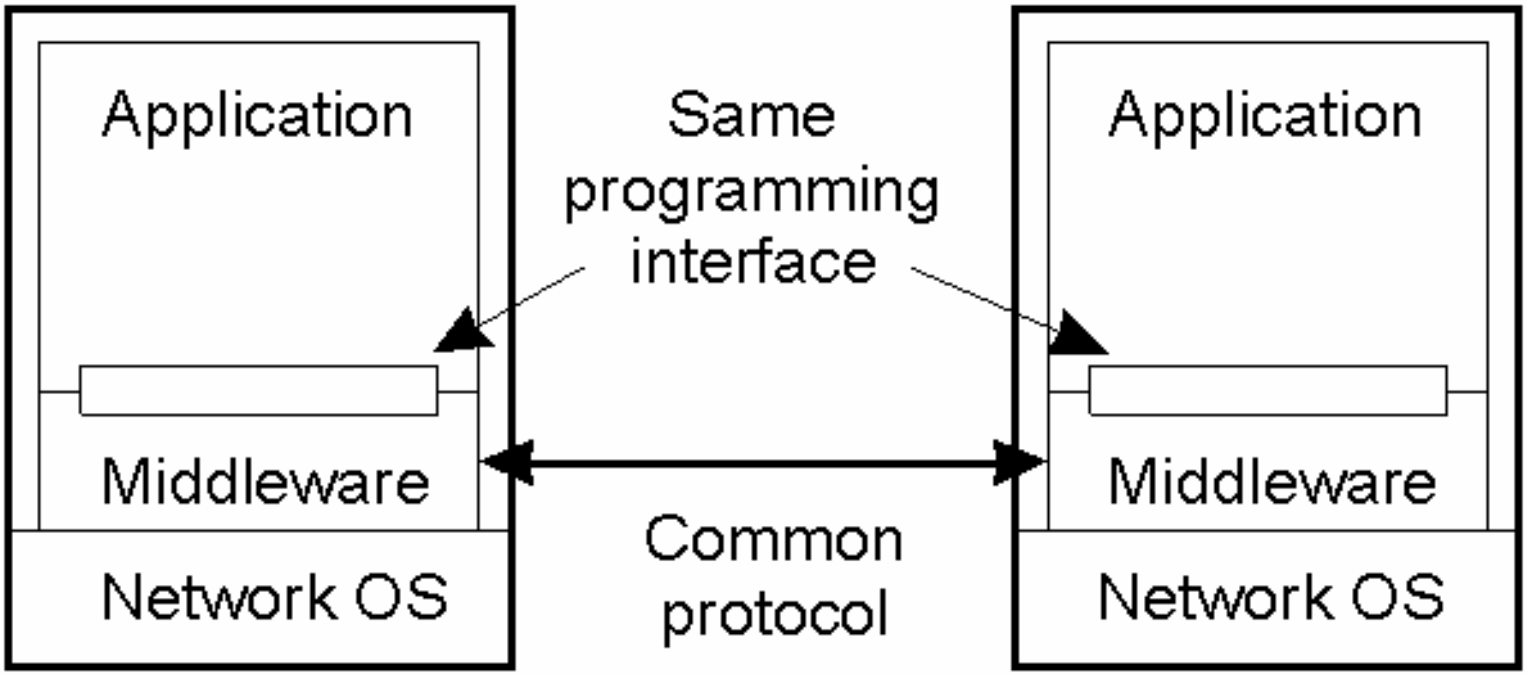
5 Soporte software

- Soporte hardware de un sistema distribuido
  - conjunto de nodos con espacios propios de memoria y E/S. Cada nodo posee su propio SO y los servicios de red básicos
  - Ejemplos: multicomputadores, redes LAN / WAN
- Problema para la integración: heterogeneidad
  - hardware, sistema operativo…
- Solución: sistemas abiertos
  - especificación pública de su interfaz
  - estándares: oficiales vs *de facto* (OSI vs TCP/IP)

5 Soporte software

- Propiedades de los sistemas abiertos
  - Interoperabilidad
    - protocolos estándar: TCP/IP, RPC/XDR
    - lenguajes de definición de interfaces: CORBA IDL
      - Tendencia actual: XML/SOAP (Servicios Web)
  - Transportabilidad de aplicaciones
    - POSIX (código fuente, entre máquinas Unix)
    - Java (código ‘ejecutable’, entre JVMs)
  - Transportabilidad de usuarios: GUI, NIS

Middleware and Openness



- In an open middleware-based distributed system, the protocols used by each middleware layer should be the same, as well as the interfaces they offer to applications.

5 Soporte software

- Soporte para la comunicación
  - Hay que diferenciar entre distribución física de la memoria y modelo de comunicación
    - el grado de acoplamiento determinará el soporte necesario para implementar el modelo de comunicación
    - el modelo de comunicación puede estar basado tanto en memoria compartida como en paso de mensajes
  - Sistemas con memoria física compartida
    - variables compartidas, buzones FIFO
  - Sistemas con memoria física distribuida
    - paso de mensajes (protocolos de red)

5 Soporte software

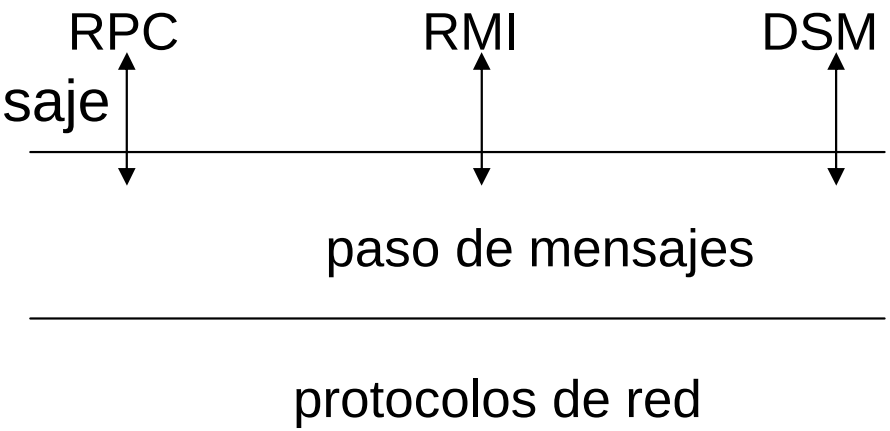
- Grado de acoplamiento y modelo de comunicación

Grado de acoplamiento / Modelo de comunicación	**Memoria física compartida**	**Memoria física distribuida**
Memoria compartida	Variables compartidas	Memoria compartida distribuida (DSM), objetos distribuidos (RMI)
Paso de mensajes	pipes, colas FIFO, sockets UNIX	sockets INET, MPI, RPC

Mecanismos de comunicación

5 Soporte software

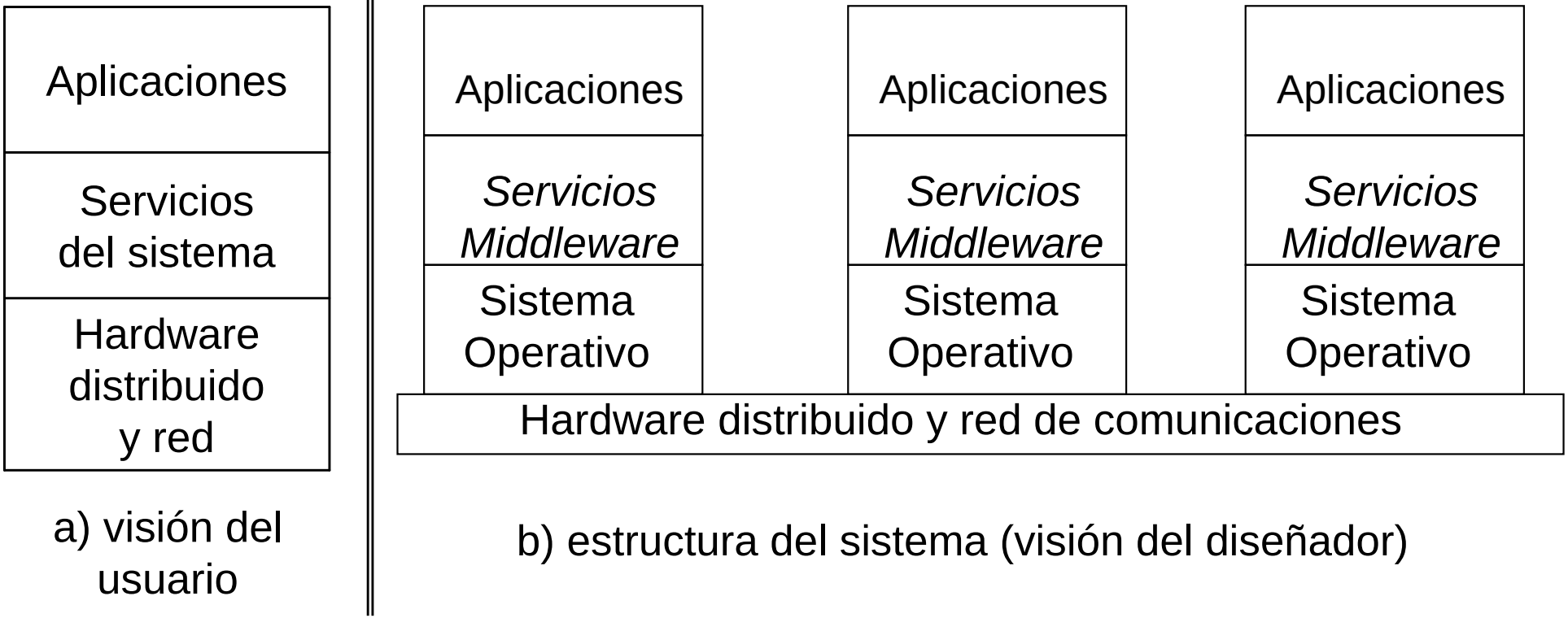
- Implementación del modelo de comunicación
  - Paso de mensajes estándar básico: sockets INET
    - modelo cliente/servidor
    - bloqueante / no bloqueante
    - fiable (TCP) / no fiable (UDP)
    - punto-a-punto / broadcast / multicast (IP Multicast)
  - RPC, RMI, DSM:
    - basados en paso de mensaje



5 Soporte software

- Soporte del sistema operativo
  - Propiedades deseables: abierto y flexible
    - desarrollo, ubicación y gestión eficiente de servicios
  - Los SO clásicos (UNIX) son monolíticos: todos los servicios en el kernel, única interfaz de llamadas al sistema, políticas de gestión predeterminadas
  - Alternativas y tendencias
    - Emulación hardware: SO huésped sobre SO anfitrión
    - Microkernels (Mach): servicios fuera del kernel
    - PDAs, teléfonos móviles: versiones adaptadas de SO comerciales (Mobile, Palm, Symbian) + navegador web

6 Estructura de un sistema distribuido



• *Servicios Middleware*: soporte RPC/RMI, soporte a comunicación uno-a-muchos, sincronización de tiempos y ordenación de eventos, consistencia (replicación), servicios de nombres, de seguridad…