Caracterización de los sistemas distribuidos

Leandro R. León
Cemisid
Cecalcula

¿Qué es un sistema distribuido?

"A collection of independent computers that appear to the users of the system as a single computer"

-- Tanenbaum

Una colección de computadoras autónomas, débilmente acoplada, conectada en red, y que usa un software que produce un ambiente integrado de computación

--Para nuestro curso

- Definir SD es una de las actividades más polémicas que existen, pero podemos ayudarnos si:
  - Aclaramos un poco de terminología
  - Considerar bajo cuáles sabores se puede ver la "distribución"
  - Considerar las diferentes plataformas de hardware
  - Observamos ejemplos e intentamos caracterizar SD respecto a los sistemas centralizados

Terminología

Paralelismo

- Alegoría de la informática con la geometría
- Dos líneas son paralelas si jamás se interceptan
- Dos flujos de ejecución son paralelos mientras no se crucen
  - Mientras los flujos son // ⇒ flujos independientes
  - **Sistema o aplicación que posea flujos paralelos es "*paralelo*"**

Distribución

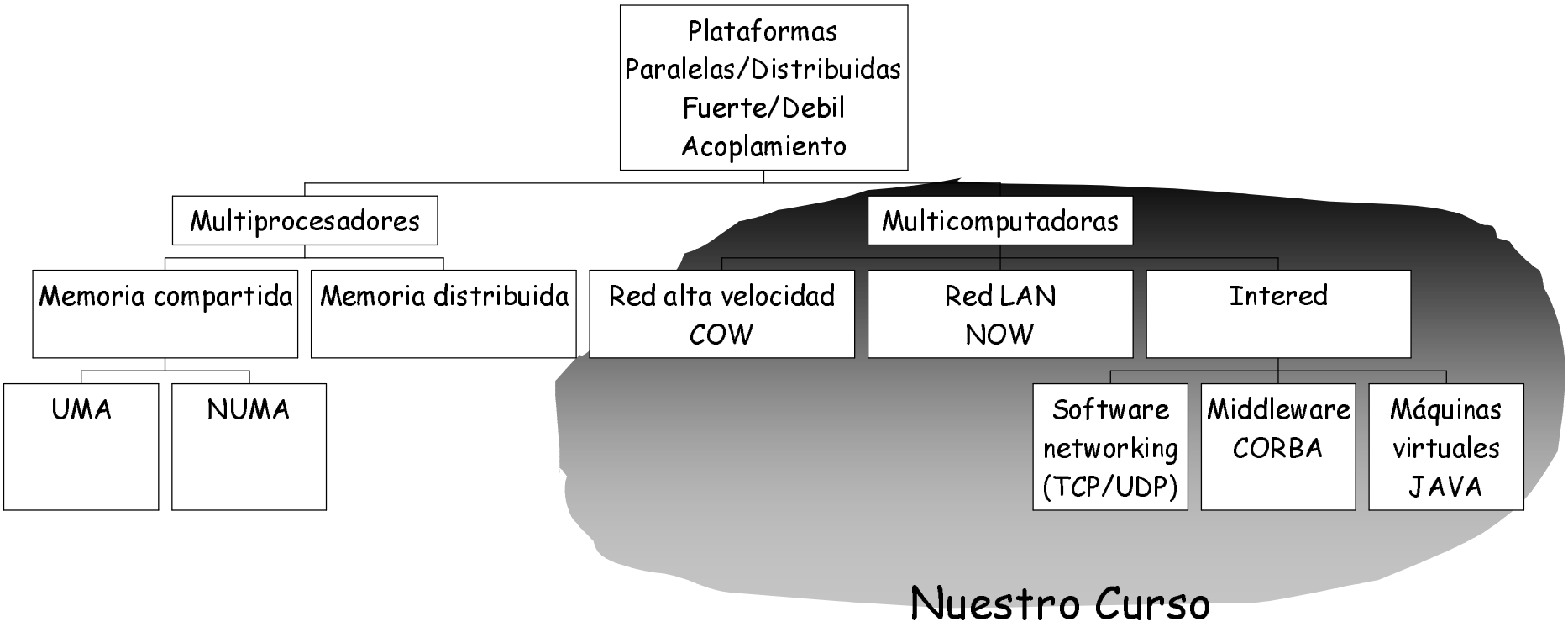
- Alegoría con "***repartir***" cual es sinónimo de "***distribuir***"
- ¿Qué se reparte?
  - control
  - Datos
  - Hardware
- **Sistema o aplicación que "*distribuya*" algo es "*distribuido*"**

Terminología (cont.)

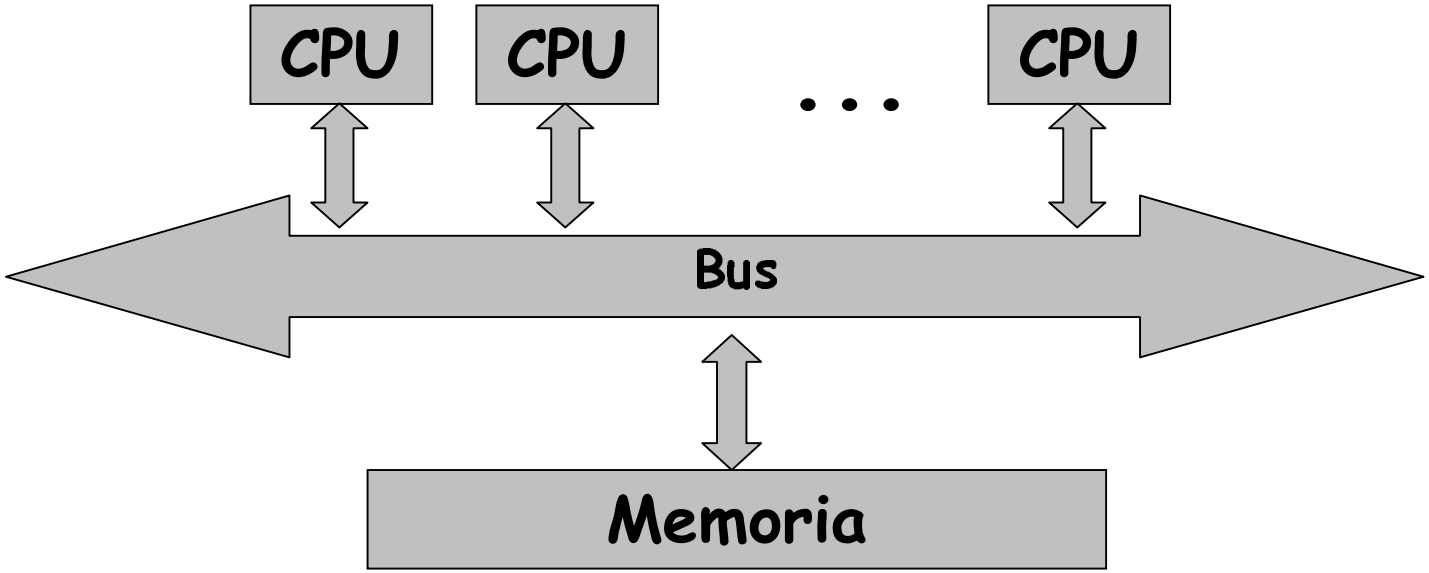
Concurrente

- Alegoría de "***concurrir***": ir hacia el mismo sitio
- Orden de llegada no se considera
- ¿Qué cosas pueden concurrir?
  - Control
  - Datos
- ¿Dónde concurren? Hacia los recurso (sitios, recursos)

Identificar el hardware



Multiprocesadores UMA



- Muy rápido
- Programación no muy alejada de la programación tradicional
- Bus limita la escalabilidad

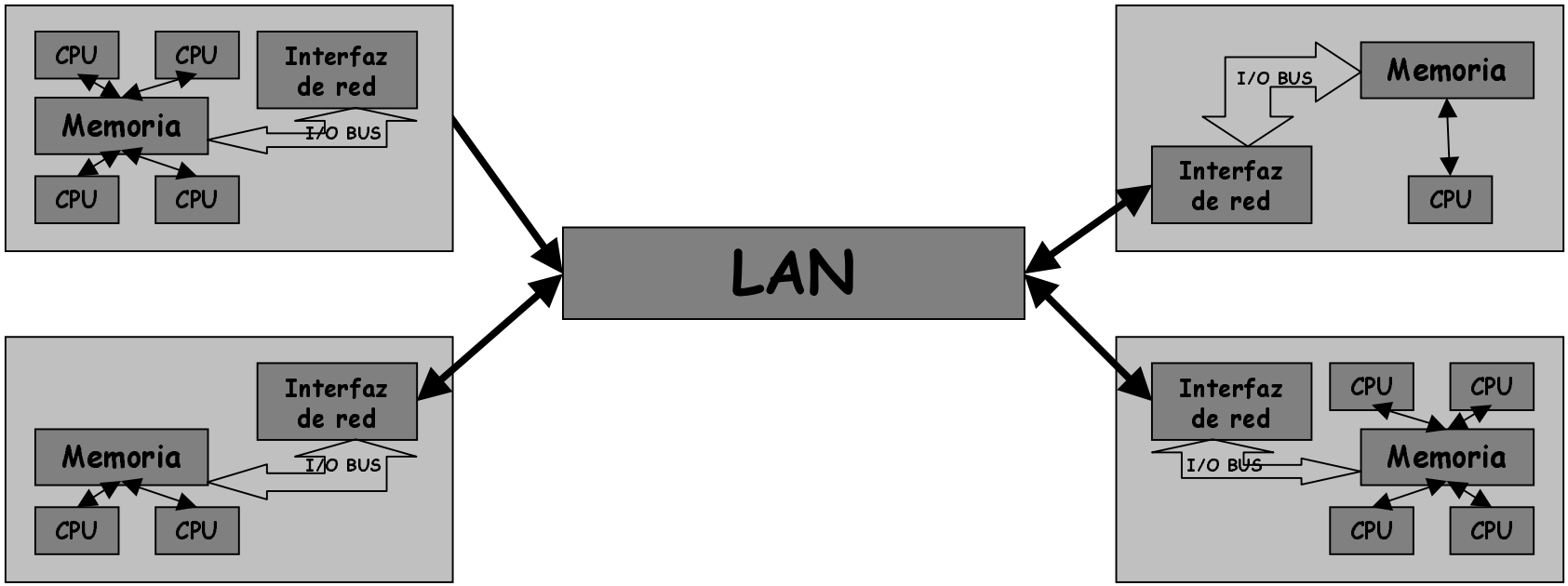
NUMA y CC-NUMA

- Soporte de hardware para memoria compartida y coherencia de cache (*CC*)
- Memoria es vista como una sola
- Acceso remoto y local se hacen de la misma manera
- Red de muy alto rendimiento basada en conmutadores
- Memorias remotas son más lentas
- Programación igual que UMA

Multiprocesadores a memoria distribuida

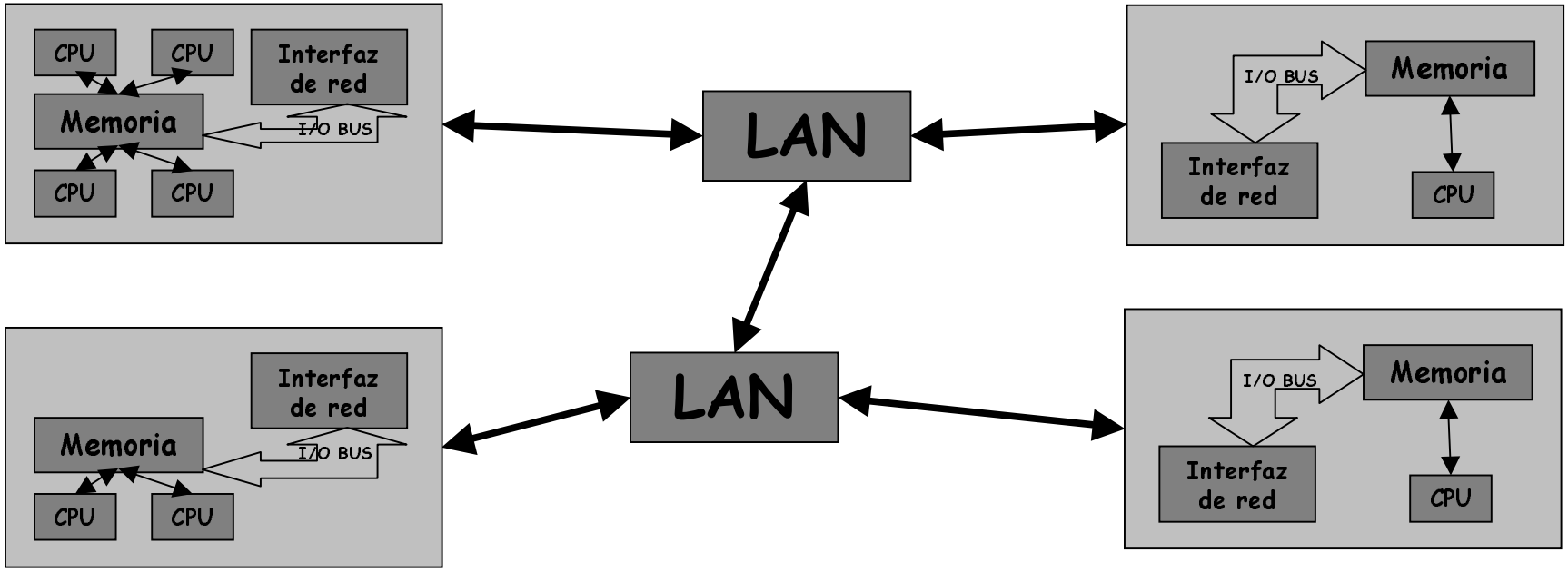
- No hay soporte hardware para acceso directo a memoria remota y para coherencia de cache
- Visión de memoria única es implantada en software
- Pero la ausencia de éste soporte abarata los costes
- Acceso a memoria remota requiere envío de mensajes
- Programación es más dificultosa

Redes y/o clusters de WS



- Nodos independientes; configuraciones diferentes; quizá heterogéneos;
- Red de área local
  - Mucho más barata que las dedicadas
  - Mucho más lentas
  - Jitter muy bajo
- Programación por pase de mensajes o software memoria compartida
- Software de networking de alto rendimiento

Interedes



- Nodos heterogéneos
- Red de área metropolitana/Mundial
  - Muy lentas
  - Alto jitter
- Programación por pase de mensajes

Características de plataforma en un SD

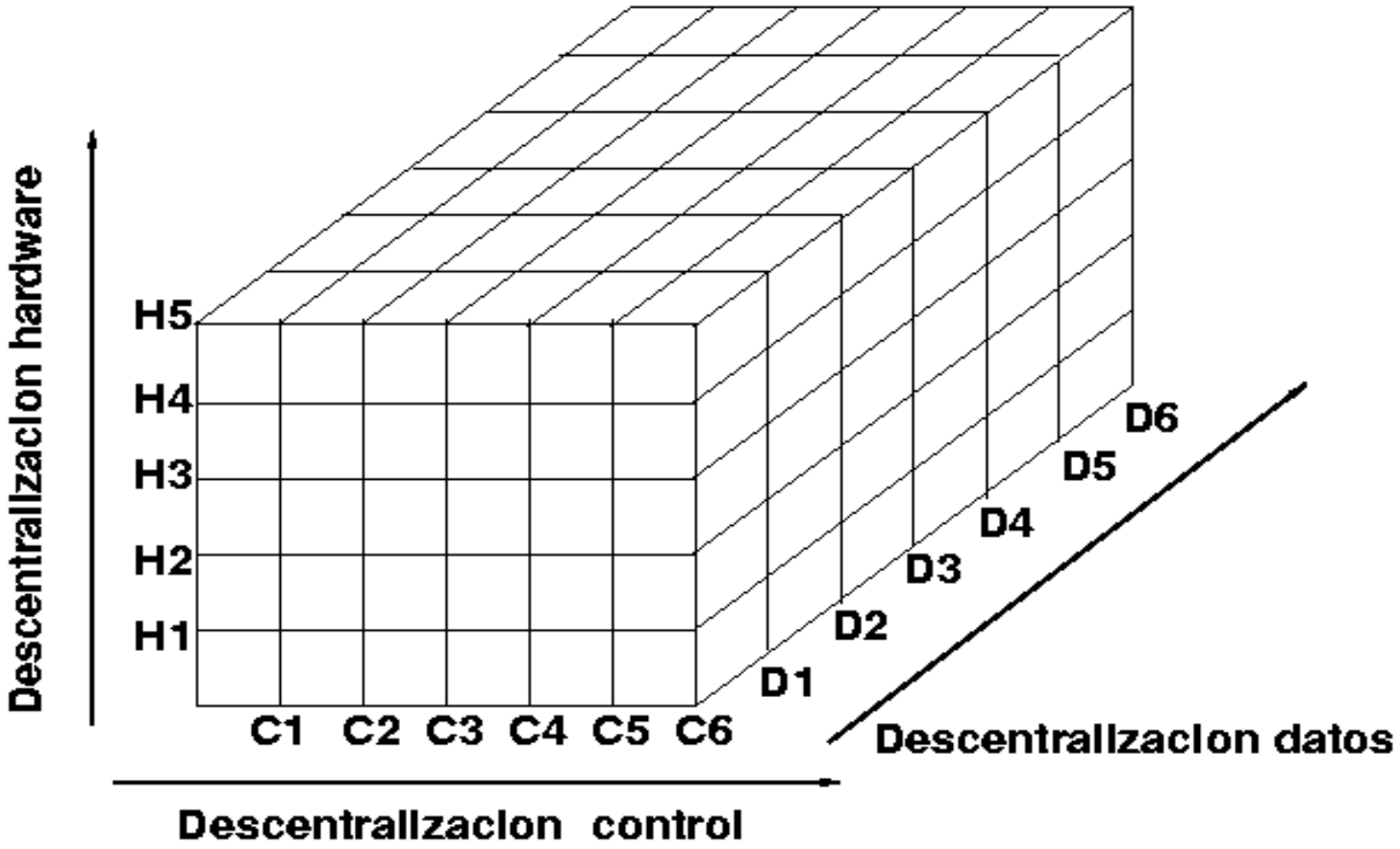
- Acoplamiento débil $\Rightarrow$ acceso remoto considerablemente más lento que acceso local
- Autonomía de las computadoras: recursos locales de cada computadora son gestionados localmente (con algún grado de autonomía)
- Conexión de red por software:
  - Comunicación remota $\Rightarrow$ envío de mensajes
  - Procesamiento de mensajes es parte del programa (pasan por CPU)
  - Protocolos de confianza, detección de fallas, orden, etc. son implantados en software
- La única forma de comunicar es por pase de mensajes; no hay un mecanismo de señalización en hardware que implante lo que se hace en software

Obstáculos respecto a plataformas centralizadas

- Mucho más dificultoso
- Concurrencia
  - Modelos de programación diferentes
  - No hay soporte de hardware (ej. test & set en simple CPU)
- Tiempo
  - Imposibilidad de reloj global
  - Orden de eventos es dificultoso
- Conexión en red:
  - Comunicación solo por envío de mensajes
  - Fallas son muy difíciles de detectar
  - Imposibilidad de distinguir entre una falla en un nodo o una falla de red
  - Más difícil el control de privacidad y de autenticación

Definición de Enslow (grado de distribución)

Sistema Distribuido = Hardware Distribuido + Control distribuido + Datos Distribuidos



Descentralización del hardware

- **H1**: Un simple CPU; un sólo flujo interno
- **H2**: Un simple CPU con múltiples ALU; una sólo flujo interno
- **H3**: Unidades de hardware especializadas
  - Un CPU con coprocesador de punto flotante
  - Un CPU súper escalar
- **H4**: Varios CPU fuertemente acoplados
  - Comparten un bus
  - Memoria común
  - I/O común
- **H5**: Computadores (H1 .. H4) interconectados en red
  - Memorias locales
  - I/O locales

¿A qué nivel pertenecen las plataformas estudiadas?

Descentralización del control

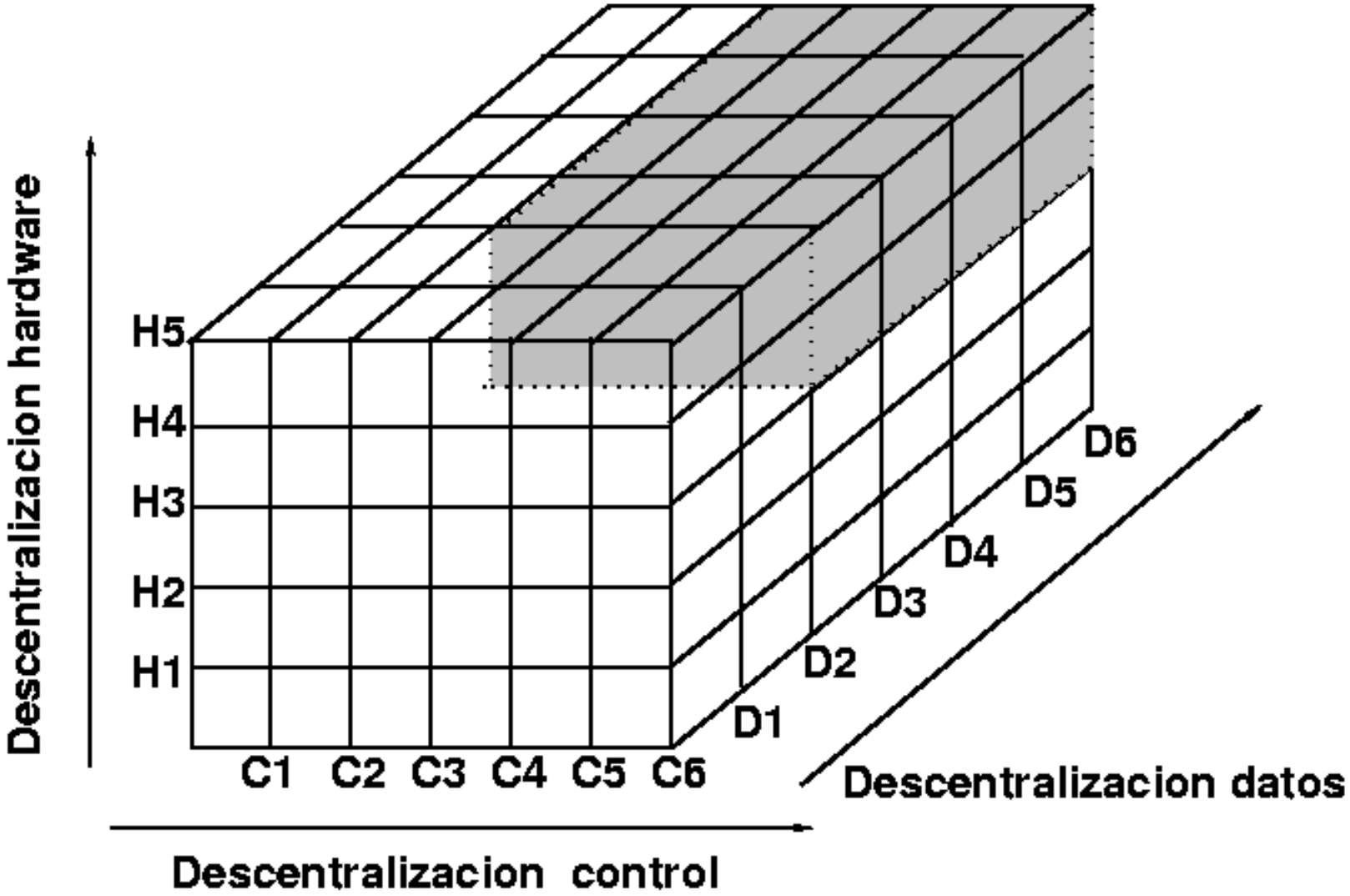
- **C1**: Un solo flujo de control (independiente del valor Hi)
- **C2**: Un solo flujo de control que dinámicamente cambia entre unidades de hardware
- **C3**: Una estructura fija maestro/esclavo
  - Un CPU maestro con un coprocesador esclavo
  - Un Servidor fijo con múltiples clientes
- **C4**: Una estructura dinámica maestro/esclavo
  - El rol de servidor cambia dinámicamente
  - Roles son modificados por software
- **C5**: Flujos homogéneos de control
  - Flujos pueden ser paralelos/concurrentes
  - El programa (controlador) es el mismo
- **C6**: Múltiples flujos de control, heterogéneos
  - Flujos paralelos/concurrentes/independientes
  - Diferentes controladores por flujo

Descentralización de los datos

Asumiendo datos en archivos y un directorio

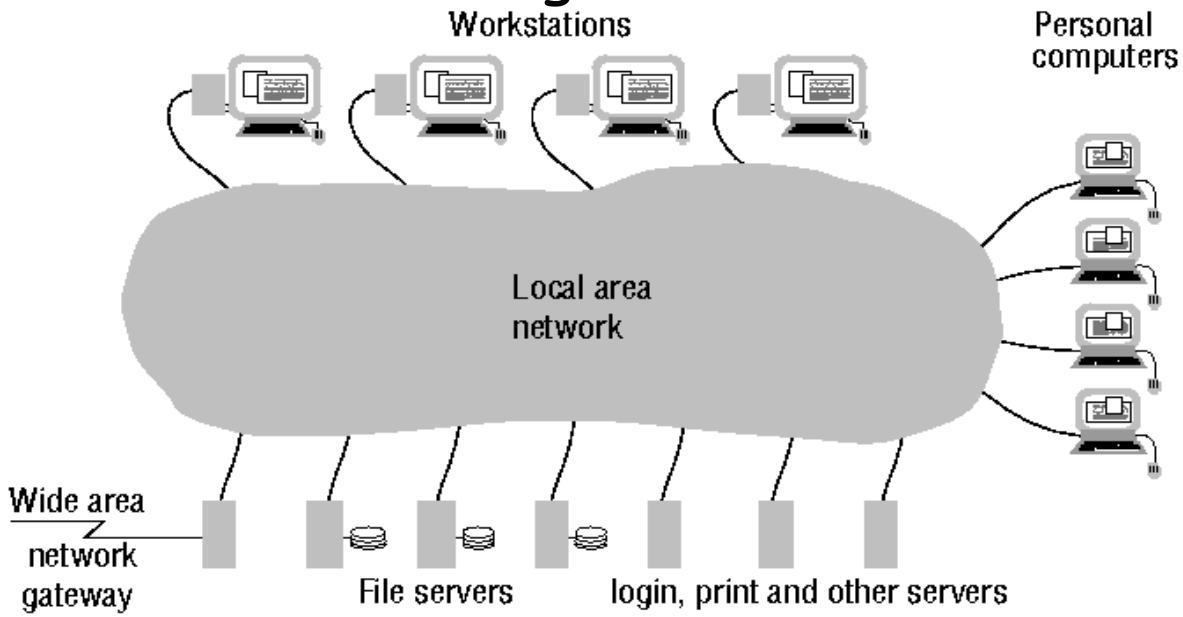
- **D1**: Datos centralizados; una sóla copia de archivos y de directorios
- **D2**: Archivos distribuidos a lo largo de los sitios; un directorio central
- **D3**: Archivos y directorio replicados; una copia de cada archivo y del directorio en cada sitio
- **D4**: Archivos distribuidos (no necesariamente replicados) en sitios; un sitio maestro mantiene una copia completa de los archivos y del directorio
- **D5**: Archivos distribuidos en sitios; un sitio maestro mantiene una copia del directorio
- **D6**: Archivos distribuidos en sitios sin ningún archivo o directorio maestro

¿Dónde están los SD? (grado de distribución)



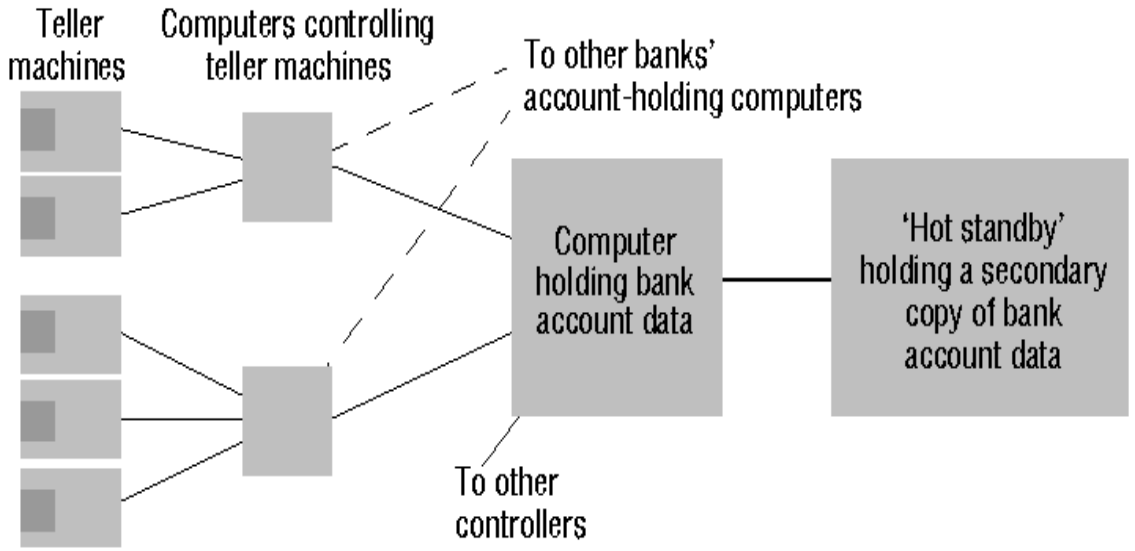
Ejemplo 1: UNIX distribuido

- Meta fue extender el tiempo compartido a una red
- Distribución parcial, implantada por servidores. Ej. NFS, X11, email, login.
- No hay casi gestión de recursos distribuida (procesadores, memoria, etc.)
- UNIX es +- abierto (apertura)
- ¿Cuál es la calificación según Enslow?



Ejemplo 2: Cajero Automático

- Meta es comercio a lo largo de la geografía
- Requerimientos críticos:
  - Confianza (Tolerancia a fallas)
  - Seguridad - autenticación
  - Aumento de escala (escalabilidad)
- Problemas a resolver:
  - Consistencia
  - Concurrencia
  - Atomicidad



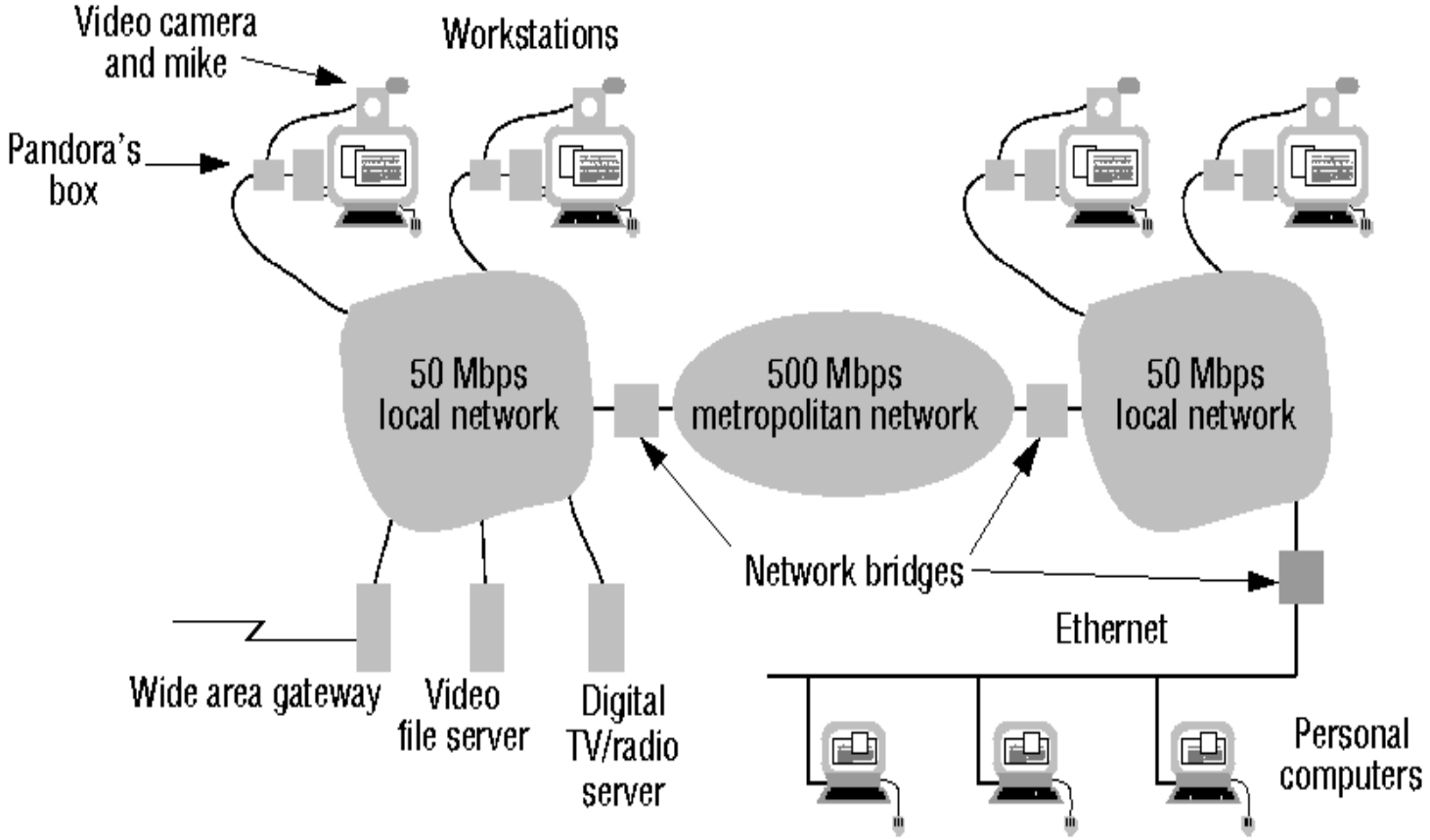
- ¿Cuál es la calificación según Enslow?

Ejemplo 3: Internet

- Red mundial con servicios diversos
- Aplicaciones ejemplos:
  - email
  - WWW
  - News
  - IRC
- Carácterísticas relevantes:
  - Escalabilidad
  - Trasparencia
- Problemas a resolver
  - Asociación de nombres con recursos (Nombramiento)
  - Más escala
- ¿Cuál es la calificación según Enslow?

Ejemplo 4: Sistema multimedia (1)

- Sistema Pandora de vídeo conferencia



Ejemplo 4: Sistema multimedia (2)

- Requerimientos tiempo real:
  - Flujo continuo de datos (vídeo y audio)
  - Retardo de señal limitado (Ej. 100 msec para el audio)
- Requerimientos materiales:
  - Gran ancho de banda
  - Hardware especial (cámaras vídeo, pto. flotante, etc.)
  - ATM
- Técnicas interesantes aplicadas:
  - Flujos de red prioritarios (audio - vídeo - otros)
  - Calidad del servicio
- ¿Cuál es la calificación según Enslow?