

# Sistemas de Archivos



Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Universidad Nacional del Sur



## Sistema de Archivos

### REQUERIMIENTOS ESENCIALES

- 1.- Debe ser posible almacenar gran cantidad de información.
- 2.- La información debe sobrevivir a la finalización del proceso que está utilizándola.
- 3.- Múltiples procesos pueden acceder simultáneamente a la información.

## Sistema de Archivos: Interfaz

- Concepto de archivos
- Métodos de Acceso
- Estructura de Directorio
- Montaje de Sistemas de Archivos
- Archivos Compartidos

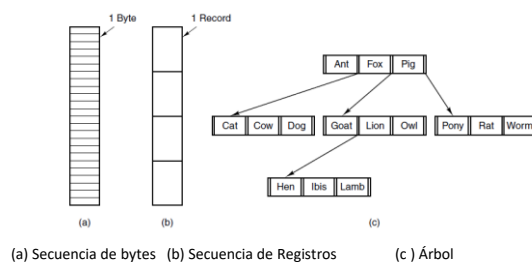
## Concepto – Estructura. Archivo

Concepto:

- Espacio de direcciones lógicas contiguas. Tipos: Datos ó Programas

Estructura:

- Ninguna – secuencia de palabras, bytes
- Estructura de registros simple
- Estructuras Complejas



## Archivo: Atributos y Operaciones

### ATRIBUTOS

- **Nombre**
- **Tipo**
- **Locación**
- **Tamaño**
- **Protección**
- **Tiempo, fecha, e identificación de usuario**

### OPERACIONES

- creación
- escritura
- lectura
- reposición puntero corriente
- borrado
- truncado
- **open( $F_i$ )**
- **close ( $F_i$ )**

#### Información requerida para administrarlos

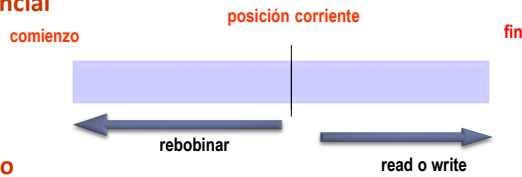
- Puntero corriente del archivo
- Cuenta de archivo abierto
- Locación en el disco del archivo
- Derechos de acceso

## Locking de Archivos Abiertos

- Provisto por algunos sistemas operativos y sistemas de archivos
- Media en el acceso al archivo
- Modos de implementación
  - **Mandatorio** – el acceso es rechazado dependiendo de los locks que se tienen y requeridos
  - **Flexible** – los procesos verifican el estado de los locks y decide que hacer

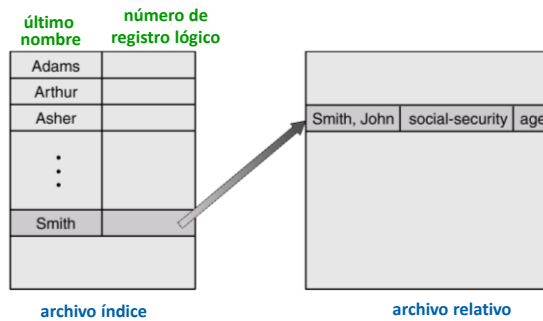
## Métodos de Accesos

- Acceso Secuencial



- Acceso Directo

- Acceso Indexado

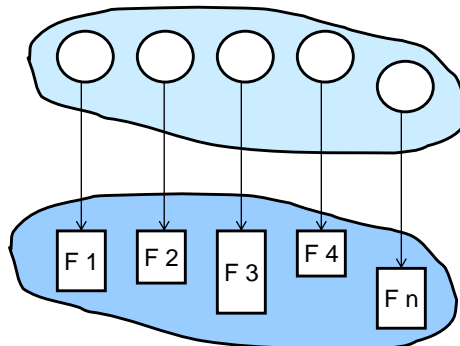


## Estructura de Directorio

- Una colección de nodos conteniendo información sobre todos los archivos.

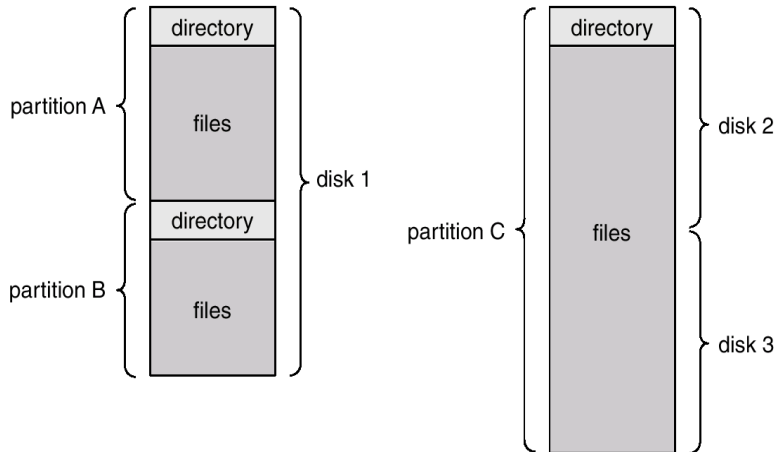
Directorio

Archivos



- La estructura de directorio y los archivos residen en el disco.

## Una Organización Típica de un sistema de Archivos



KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Estructura Almacenamiento Solaris

/	ufs
/devices	devfs
/dev	dev
/system/contract	ctfs
/proc	proc
/etc/mnttab	mntfs
/etc/svc/volatile	tmpfs
/system/object	objfs
/lib/libc.so.1	lofs
/dev/fd	fd
/var	ufs
/tmp	tmpfs
/var/run	tmpfs
/opt	ufs
/zpbge	zfs
/zpbge/backup	zfs
/export/home	zfs
/var/mail	zfs
/var/spool/mqueue	zfs
/zpbge	zfs
/zpbge/zones	zfs

En un sistema operativo puede mantener múltiples sistemas de archivos

Sistema de archivo virtual con información de todos los procesos

Sistemas de archivo de propósito general

KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Directorio

### INFORMACIÓN

- Nombre
- Dirección
- Longitud corriente
- Máxima longitud
- Fecha del último acceso
- Fecha de la última actualización (para vuelco)
- Tipo
- ID del dueño
- Información de protección

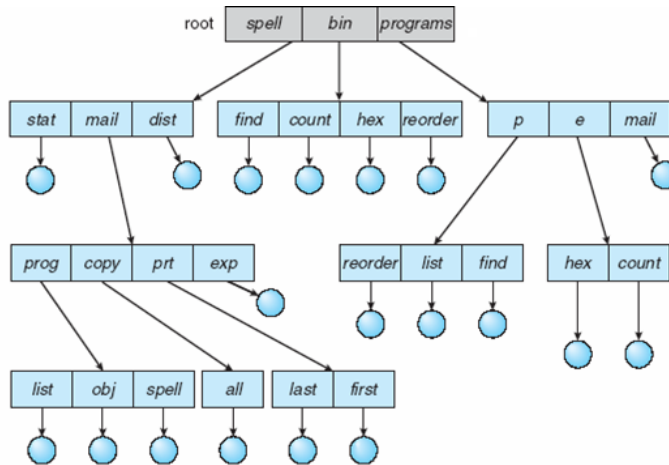
### OPERACIONES

- Búsqueda de un archivo
- Creación de un archivo
- Borrado de un archivo
- Listado de un directorio
- Renombrado de un archivo
- Atravesar un sistema de archivos

## Organice el Directorio (Lógicamente) para Obtener:

- Eficiencia – localizar un archivo rápidamente.
- Nombres – conveniente para los usuarios.
- Agrupamiento – agrupamiento lógico de archivos por propiedades, (p.e., todos los programas C, todos los juegos, ...)

## Estructura Arbórea de Directorios

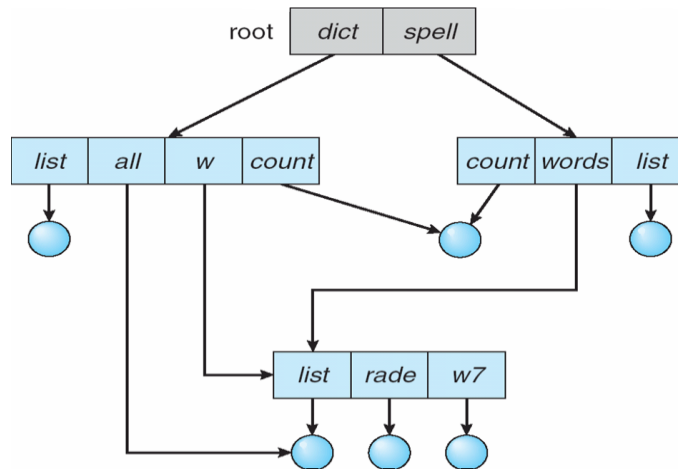


## Estructura Arbórea de Directorios

- Búsqueda eficiente
- Capacidad de agrupamiento
- Directorio corriente (directorio de trabajo)
- Camino de nombres absoluto o relativo

## Grafo Acíclico de Directorios

- Puede compartir subdirectorios y archivos.



KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Grafo Acíclico de Directorios

- Dos nombres diferentes (alias)
- Si *dict* borra *list* ⇒ quedan punteros solitarios.

Soluciones:

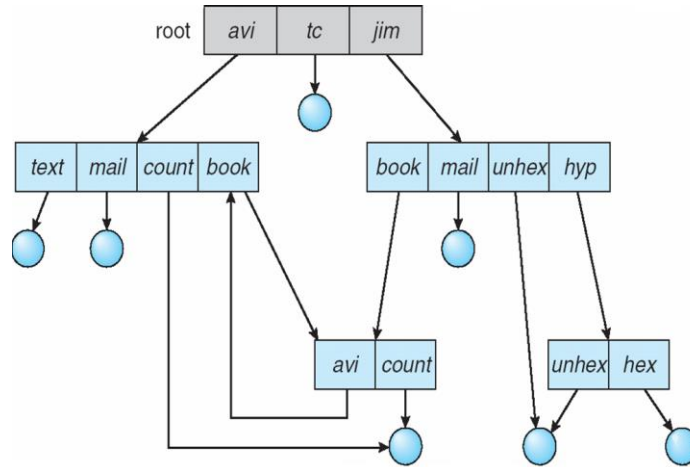
- ▶ Punteros hacia atrás, así se pueden borrar todos los punteros. Los registros de tamaño variable son un problema.
- ▶ Punteros hacia atrás usando una organización “cadena margarita”.
- ▶ Contador de entradas al archivo.
- Nueva entrada en el directorio
  - ▶ Link – Otro nombre (puntero) a un archivo existente
  - ▶ Resuelva el link – siga el puntero hasta localizar el archivo

KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos



## Grafo General de Directorio

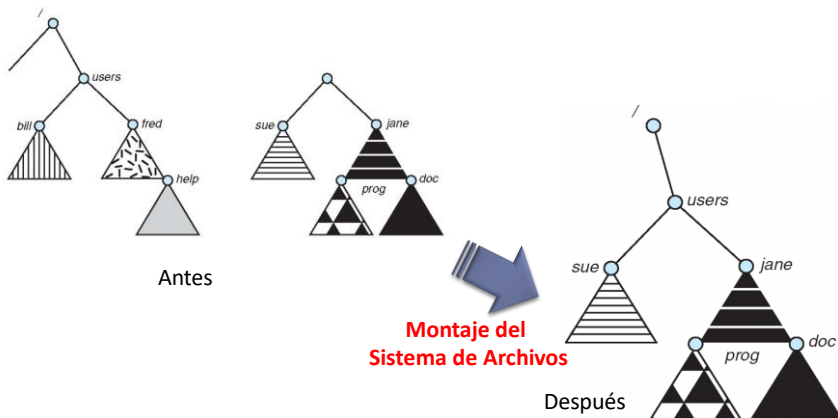


## Grafo General de Directorio

- ¿Cómo se garantiza que no haya ciclos?
  - ▶ Permita enlaces (links) a archivos y no a subdirectorios.
  - ▶ “Garbage collection”.
  - ▶ Cada vez que se agrega un nuevo enlace (link) se usa un algoritmo de detección de ciclos para determinar si está bien.

## Montaje de Sistema de Archivos (Mounting)

- Un sistema de archivos debe ser **montado** antes de que pueda ser accedido.
- Un sistema de archivos sin montar es montado en un **PUNTO DE MONTAJE (MOUNT POINT)**.



KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Archivos Compartidos

- La acción de compartir debe ser hecha por medio de un esquema de *protección*.
- En sistemas distribuidos los archivos pueden ser compartidos a través de la red.
- Network File System (NFS) es un método común de compartir archivos distribuidos.
- Los **User IDs** identifican usuarios, admiten permisos y protección por usuarios.
- Los **Group IDs** admite agrupar usuarios en grupos, permitiendo asignar al mismo derechos de acceso.

KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Archivos Compartidos – Semántica de Consistencia

- ▶ La **semántica de consistencia** especifica como múltiples usuarios acceden a un archivo compartido simultáneamente
  - ▶ **SEMÁNTICA UNIX**. El sistema de archivos Unix (UFS) implementa:
    - ▶ Las escrituras a un archivo abierto son visibles inmediatamente a los otros usuarios que comparten el mismo archivo abierto
    - ▶ El puntero a archivos compartidos permite que múltiples usuarios lean y escriban concurrentemente
  - ▶ **SEMÁNTICA DE SESIÓN**. AFS tiene una semántica de sesión
    - ▶ Las escrituras son solo visibles solo después que la sesión termina.
  - ▶ **SEMÁNTICA DE ARCHIVOS COMPARTIDOS INMUTABLES**

## Protección

- El **creador/dueño** del archivo debería poder controlar:
  - ◆ que cosas pueden hacerse
  - ◆ por quién
- Tipos de acceso
  - ◆ Read
  - ◆ Write
  - ◆ Execute
  - ◆ Append
  - ◆ Delete
  - ◆ List



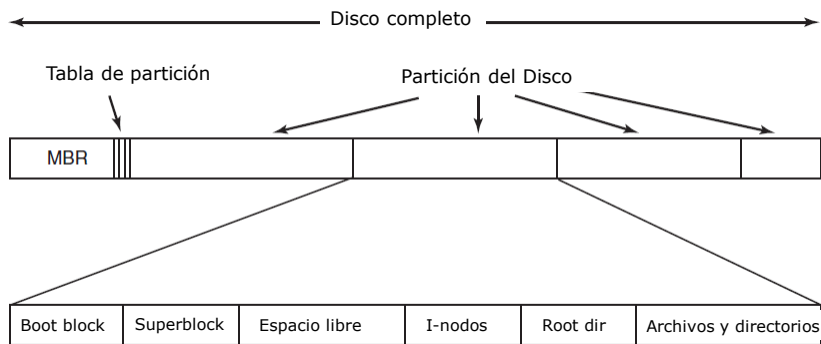
## Sistemas de Archivos: Implementación

- ▶ Describir los detalles locales de la implementación del sistema de archivos y estructuras de directorios
- ▶ Discutir algoritmos de asignación de bloques y bloques libres y compromisos

## Diseño del Sistema de Archivos

- ▶ El sistema de archivos se almacena en disco.
- ▶ Los discos pueden dividirse en varias particiones.
- ▶ MBR (Master Boot Record) se encuentra en el sector 0 del disco.
- ▶ Tabla de particiones.
- ▶ Boot Block, Superblock

## Diseño del Sistema de Archivos

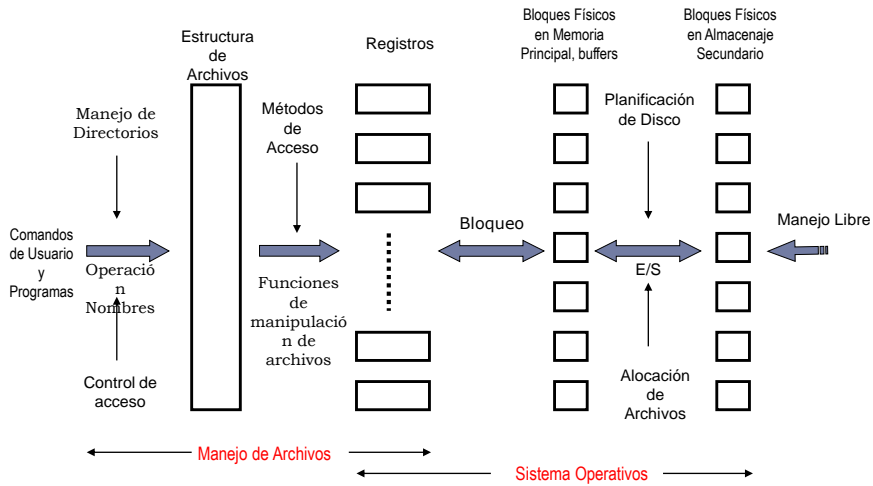


Ejemplo de un posible diseño

## Estructura del Sistema de Archivos

- Estructura de Archivo
  - ▶ Unidad Lógica de almacenamiento
  - ▶ Colección de información relacionada
- El sistema de archivos reside en almacenamiento secundario (discos).
- El sistema de archivo está organizado en capas.
- **FILE CONTROL BLOCK (FCB)** – estructura de almacenaje consistente de información sobre el archivo.

## Sistema de Archivos en General



KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Un Bloque de Control de Archivos Típico (FCB)

file permissions
file dates (create, access, write)
file owner, group, ACL
file size
file data blocks or pointers to file data blocks

KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Estructuras de Archivo

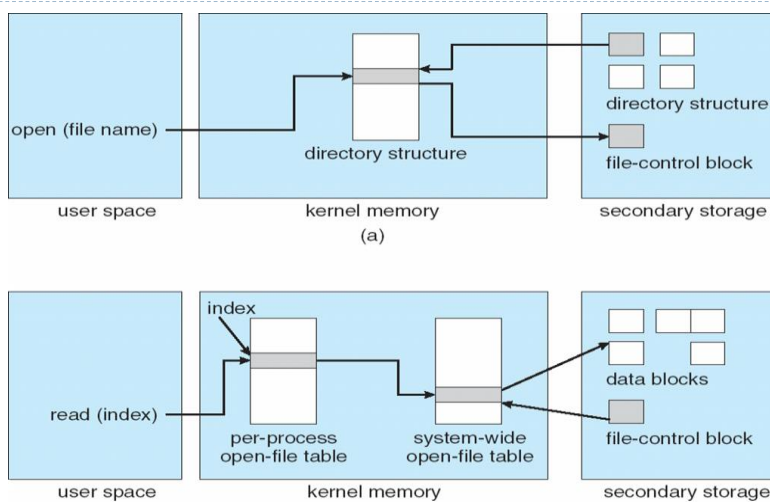
- Bloques Físicos
- Registros Lógicos
- Fragmentación

Bloques  
físicos



Registros lógicos

## Estructuras del Sistema de Archivos en Memoria



a) Apertura de un archivo

b) Lectura de un archivo



## Implementación de Directorio

---

- **Lista lineal** de nombres de archivos con punteros a los bloques de datos.
- **Tabla *hash*** – Lista lineal con estructura de datos *hash*.

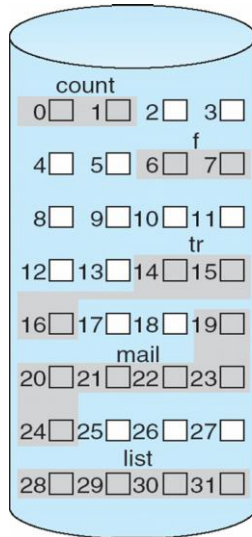
## Métodos de Alocaación

---

Un método de alocaación se refiere a cómo los bloques de disco de un archivo son ubicados:

- Alocaación Contigua
- Alocaación Enlazada
- Alocaación Indexada

## Alocación Contigua

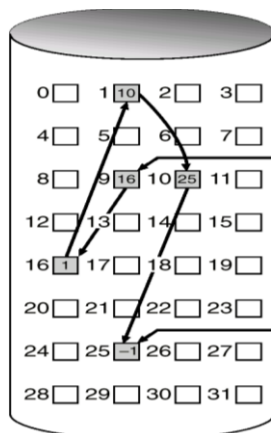


directory

file	start	length
count	0	2
tr	14	3
mail	19	6
list	28	4
f	6	2

## Alocación Enlazada

- Cada archivo es una lista enlazada de bloques de disco: los bloques pueden estar en cualquier lugar del disco.



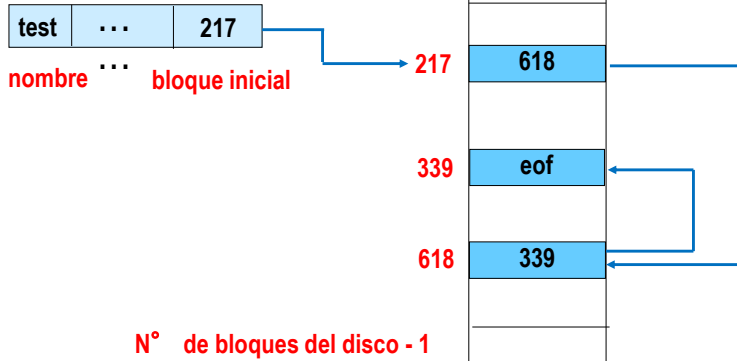
directory

file	start	end
jeep	9	25

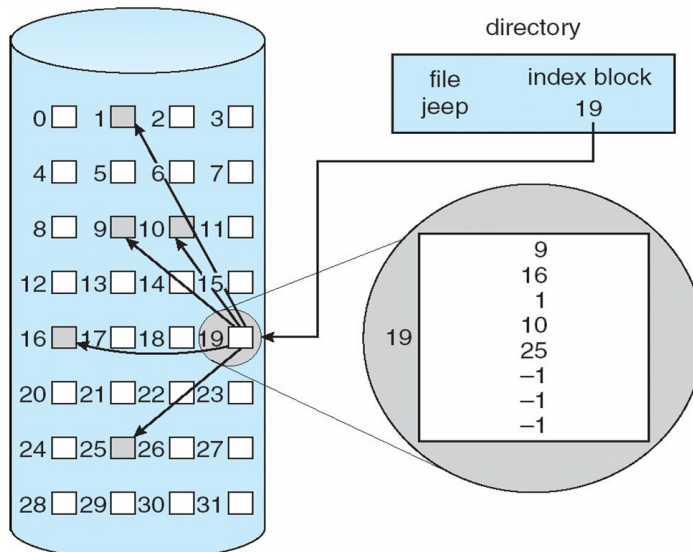
## Alocación Enlazada

► **File-Allocation Table (FAT)** – alocación de espacio de disco usado en MS-DOS y OS/2.

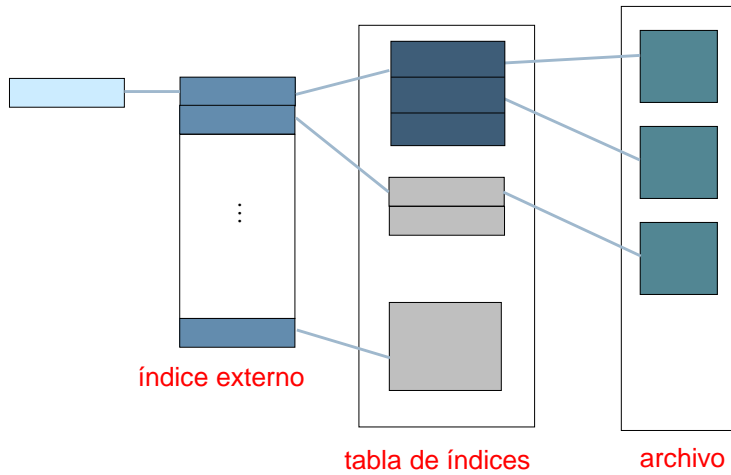
entrada de directorio



## Alocación Indexada



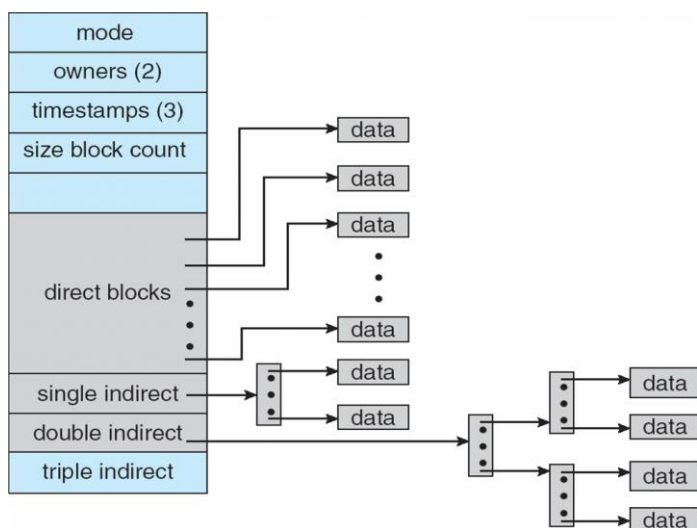
## Alocación Indexada – Mapeo



KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

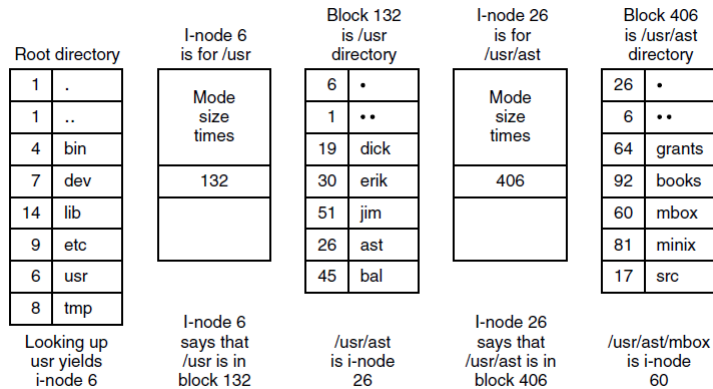
## Esquema Combinado: UNIX (4K bytes por bloque)



KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Esquema Combinado: UNIX



Los pasos para buscar `/usr/ast/mbox`.

## Administración de Espacio Libre

- Vector de Bits – bit map ( $n$  blocques)

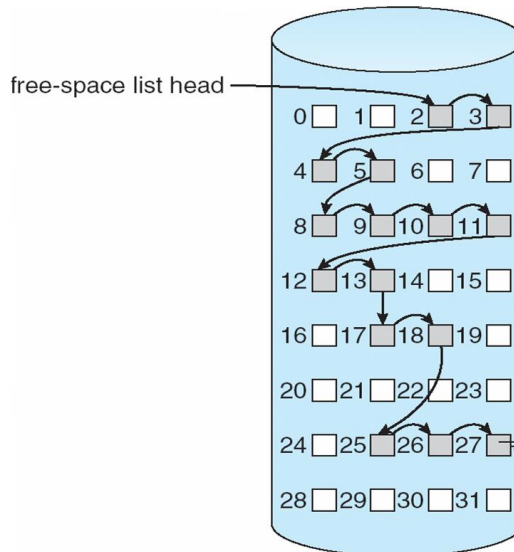


$$\text{bit}[i] = \begin{cases} 1 \Rightarrow \text{bloque}[i] \text{ libre} \\ 0 \Rightarrow \text{bloque}[i] \text{ ocupado} \end{cases}$$

- Cálculo del número de bloque

(número de bits por palabra) \*  
(número de palabras con valor 0) +  
offset del primer bit 1

## Administración de Espacio Libre



KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

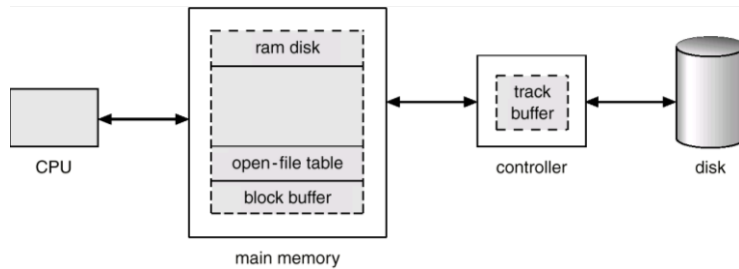
## Eficiencia y Desempeño

- La eficiencia depende de:
  - ▶ asignación en el disco y algoritmos de directorio
  - ▶ tipos de datos mantenidos en la entrada de directorio del archivos
- Desempeño
  - ▶ caché de disco
  - ▶ *free-behind* y *read-ahead*
  - ▶ mejora del desempeño de la PC dedicando una sección de la memoria como disco virtual, o disco RAM.

KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Distintas Locaciones del Caché de Disco



KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Recuperación

- Verificador de Consistencia – compara datos en la estructura de directorio con bloques de datos en el disco, y trata de reparar inconsistencias.
- Uso de programas de sistema para **respaldar** (*back up*) datos del disco a otro dispositivo de almacenaje (cinta magnética, optical, etc).
- Se recuperan archivos perdidos o disco por **restauración** de datos del backup.

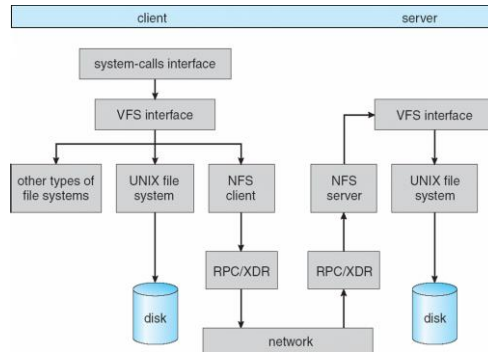


KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## El Sistema de Archivos de Red de Sun (NFS)

- ▶ Es una implementación y una especificación de un sistema de software para acceder a archivos remotos a través de LANs (o WANs).
- ▶ La implementación es parte de los sistemas operativos Solaris y SunOS que corre sobre estaciones de trabajo Sun usando un protocolo no confiable datagrama (protocolo UDP/IP) y Ethernet.

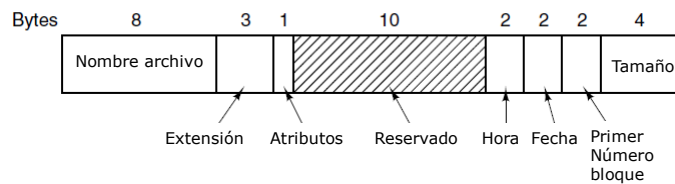


▶ KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Sistema de Archivo – MS-DOS

- ▶ Entrada de directorio



Sistema de Archivos FAT tiene tres versiones:

- ✓ FAT-12
- ✓ FAT-16
- ✓ FAT-32

▶ KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos



## Sistema de Archivo – MS-DOS

- ▶ Máximo tamaño de la partición para diferentes tamaños de bloques

Tam. Bloque	FAT-12	FAT-16	FAT-32
0.5 KB	2 MB		
1 KB	4 MB		
2 KB	8 MB	128 MB	
4 KB	16 MB	256 MB	1 TB
8 KB		512 MB	2 TB
16 KB		1024 MB	2 TB
32 KB		2048 MB	2 TB

## Almacenaje Secundario

- ▶ Describe la estructura física de los dispositivos de almacenaje secundario y terciario y el resultado de su uso.
- ▶ Explica las características del redimiento de los dispositivos de almacenaje masivos.
- ▶ Discute los servicios del SO provistos por el almacenaje masivo, incluyendo RAID.

## Dispositivos de Almacenaje Secundario

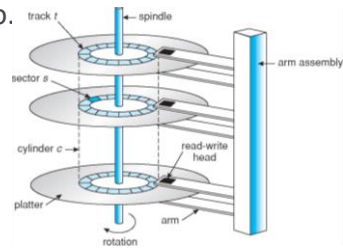
- ▶ Discos Rígidos (HDDs)
- ▶ Memorias no volátiles (nonvolatile memory NVM)

## Disco - Estructura

- ▶ Los discos son vistos como un arreglo de una dimensión de **bloques lógicos**, donde el bloque lógico es la unidad más pequeña de transferencia.
- ▶ El arreglo unidimensional de bloques lógicos es mapeado a sectores del disco secuencialmente.
  - ▶ El sector 0 es el primer sector de la primera pista en el cilindro más externo.
  - ▶ El mapeo procede en orden: por esa pista, luego el resto de las pistas en el cilindro y el resto desde la más externa a la más interna.

## Disco - Característica

- ▶ Los discos magnéticos forman parte del almacenaje secundario de las computadoras modernas. Consideraciones
  - ▶ Los discos rotan  $n$  veces por Segundo.
  - ▶ El ritmo de transferencia.
  - ▶ Tiempo de posicionamiento (tiempo de acceso al azar) → tiempo de búsqueda + latencia rotacional
  - ▶ Un aterrizaje de cabeza tiene lugar cuando las cabezas del disco hacen contacto con la superficie del disco.



## Memorias no Volátiles (NVM)

- ▶ Son dispositivos eléctricos.
- ▶ Flash-memory-based
  - ▶ Discos de estado sólido (SSD)
  - ▶ USB drives

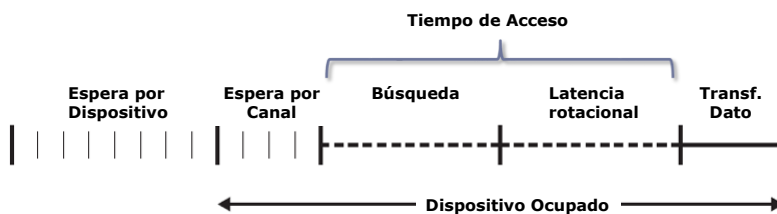
+ Más confiables  
+ Consumen menos energía  
- Más costosos  
- Ciclos de programa de borrado

## Planificación de Disco

- El sistema operativo es responsable de usar el hardware eficientemente → esto significa menor tiempo de acceso y mayor ancho de banda del disco.
- El tiempo de acceso tiene dos componentes importantes
  - ▶ *Tiempo de búsqueda*: es el tiempo que lleva mover las cabezas al cilindro que contiene el sector deseado.
  - ▶ *Latencia rotacional* es el tiempo adicional de espera por la rotación del disco hasta que el sector deseado está bajo las cabezas lectoras-escritoras.
- Minimizar el tiempo de búsqueda.
- Tiempo de búsqueda  $\approx$  distancia a la búsqueda
- El ancho de banda del disco es el número total de bytes transferidos, dividido por el total de tiempo entre el primer requerimiento de servicio y la terminación de la última transferencia.

## Planificación de Disco

TIEMPO DE TRANSFERENCIA DE E/S A DISCO



## Planificación de Disco

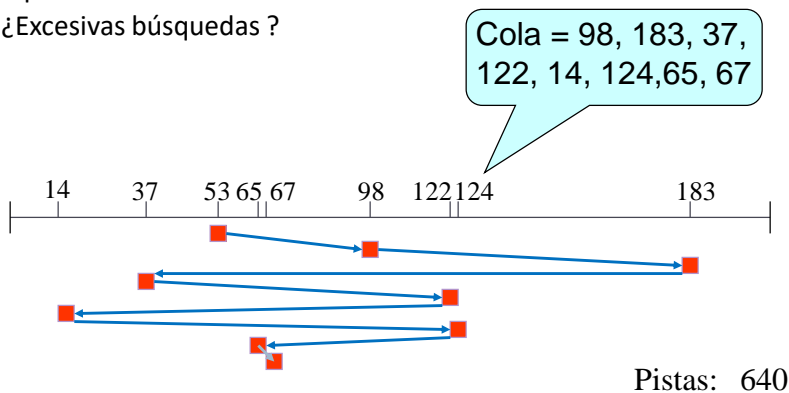
- Existen varios algoritmos para planificar el servicio de los requerimientos de E/S.
- Se ilustran los mismos con una cola de requerimientos (0-199).

**98, 183, 37, 122, 14, 124, 65, 67**

La cabeza ha resuelto el requerimiento al sector **53**

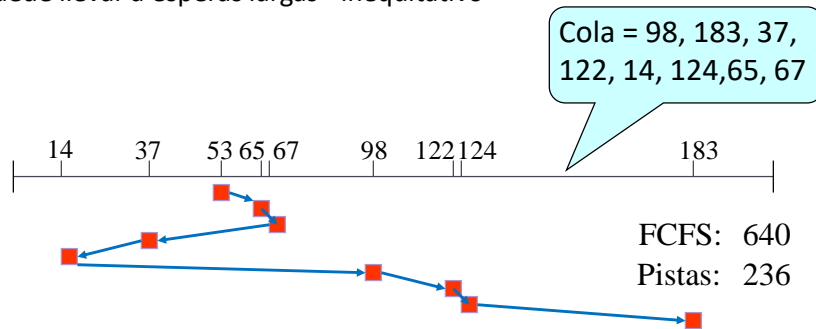
## Primero en Entrar- Primero en Salir FCFS

- Fácil de implementar
- Equitativo
- ¿Excesivas búsquedas ?



## El Tiempo de Búsqueda mas Corto Primero SSTF

- Selecciona el requerimiento con el mínimo tiempo de búsqueda desde la posición que ocupa la cabeza en ese momento.
- Minimiza tiempo de búsqueda
- El tiempo medio depende de la carga
- El tiempo de servicio es < cuando la cola es más larga!
- Puede llevar a esperas largas - inequitativo

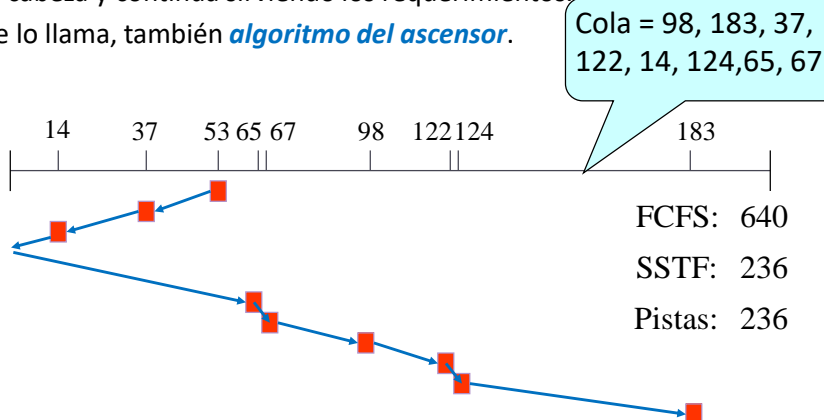


KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## SCAN

- El brazo del disco comienza en un extremo del disco y se mueve hacia el otro extremo, en su recorrido sirve todos los requerimientos hasta que llega al otro extremo donde se invierte el movimiento de la cabeza y continua sirviendo los requerimientos.
- Se lo llama, también *algoritmo del ascensor*.

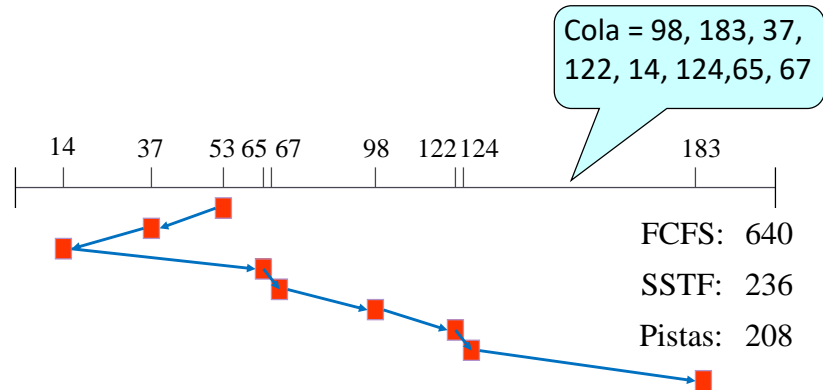


KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## LOOK

- Versión de SCAN
- El brazo va tan lejos en cada dirección como el último requerimiento.

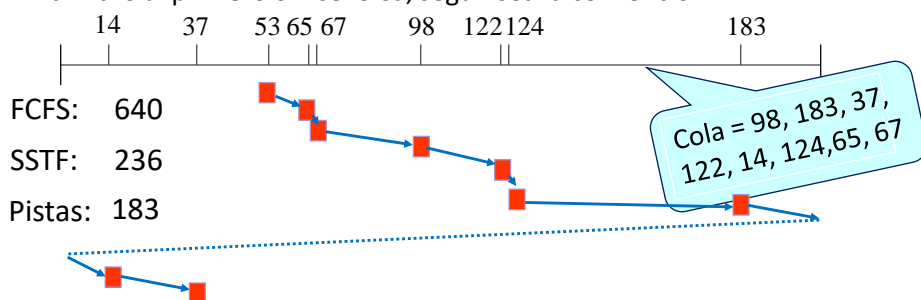


KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## C-SCAN (Circular SCAN)

- Provee un tiempo de espera más uniforme que el SCAN.
- La cabeza se mueve de un extremo a otro del disco sirviendo los requerimientos en el camino. Cuando alcanza el otro extremo inmediatamente retorna al comienzo del disco sin servir ningún requerimiento en ese viaje de retorno.
- Trata los cilindros como una lista circular que salta desde el último cilindro al primero o viceversa, según sea la convención.

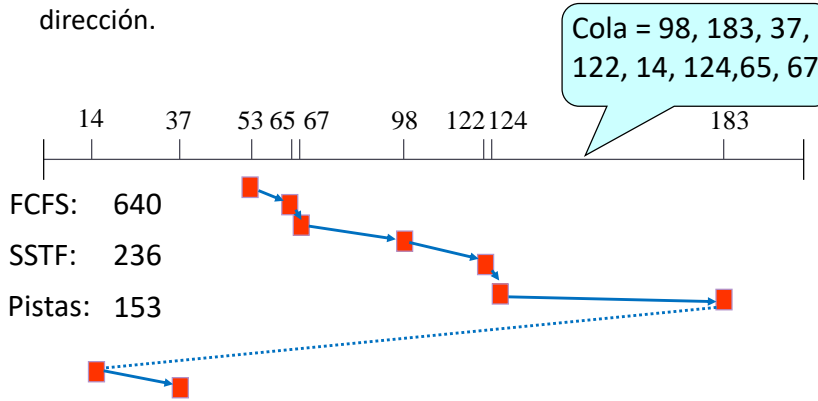


KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## C-LOOK

- Versión del C-SCAN
- El brazo solo va tan lejos como el último requerimiento en cada dirección, luego invierte la dirección inmediatamente, sin retornar al extremo del disco sino hasta el último requerimiento en esa dirección.



KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Selección de un Algoritmo de Planificación de Disco

- El desempeño depende del número y tipos de requerimientos.
- El servicio de los requerimientos al disco pueden ser influenciado por el método de alocaión de archivos.
- El algoritmo de planificación de disco debe ser escrito como un módulo separado del sistema operativo, permitiéndose ser reemplazado por otro algoritmo si es necesario.
- SSTF es común y busca reducir el tiempo de búsqueda del próximo requerimiento.
- SCAN y C-SCAN se desempeñan mejor para sistemas que tienen carga pesada sobre el disco.
- Tanto SSTF o LOOK es una elección razonable como algoritmo por defecto.

KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

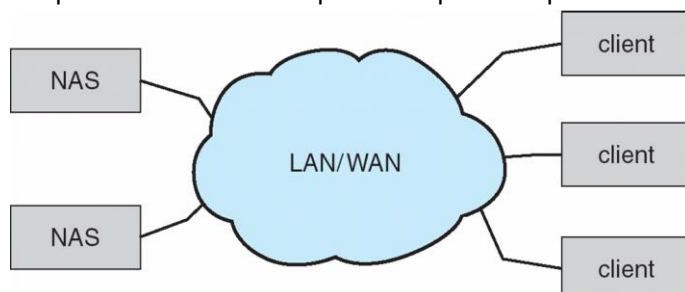


## Administración de Disco

- *Formato en bajo nivel, o formato físico* — Divide un disco en sectores que el controlador de disco puede leer y escribir.
- El uso de un disco es para contener archivos, el sistema operativo necesita registrar sus propias estructuras de datos en el disco.
  - ▶ *Partición* de un disco en uno o varios grupos de cilindros.
  - ▶ *Formato lógico* o “**hacer un sistema de archivos**”.
- *Boot block* inicializa el sistema.
  - ▶ El *bootstrap* está almacenado en ROM.
  - ▶ Programa cargador *bootstrap*.
- Métodos para administrar los bloques malos.

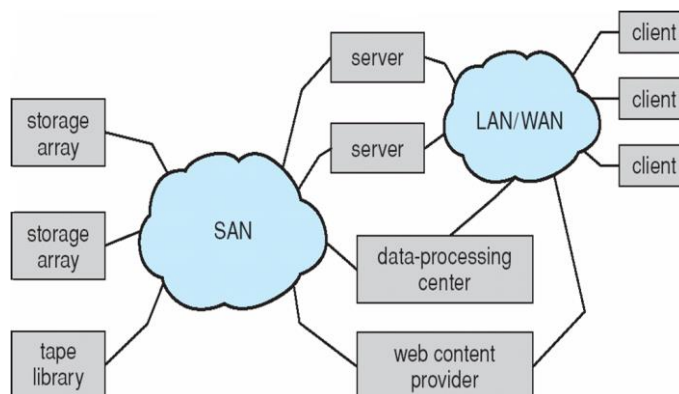
## Almacenaje Adjunto en Red

- ▶ El almacenaje adjunto en red (**NAS: Network-Attached Storage**) es un almacenaje disponible sobre la red más que sobre una conexión local (como un canal)
- ▶ NFS y CIFS son protocolos comunes
- ▶ Implementados vía *llamadas a procedimientos remotos* (RPCs) entre el huésped y el almacenaje
- ▶ Un nuevo protocolo iSCSI usa IP para transportar el protocolo SCSI



## Almacenamiento en Área de Red (SAN)

- ▶ Común en ambientes grandes de almacenamiento
- ▶ Múltiples huéspedes adjuntos a múltiples arreglos de almacenamiento



▶ KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

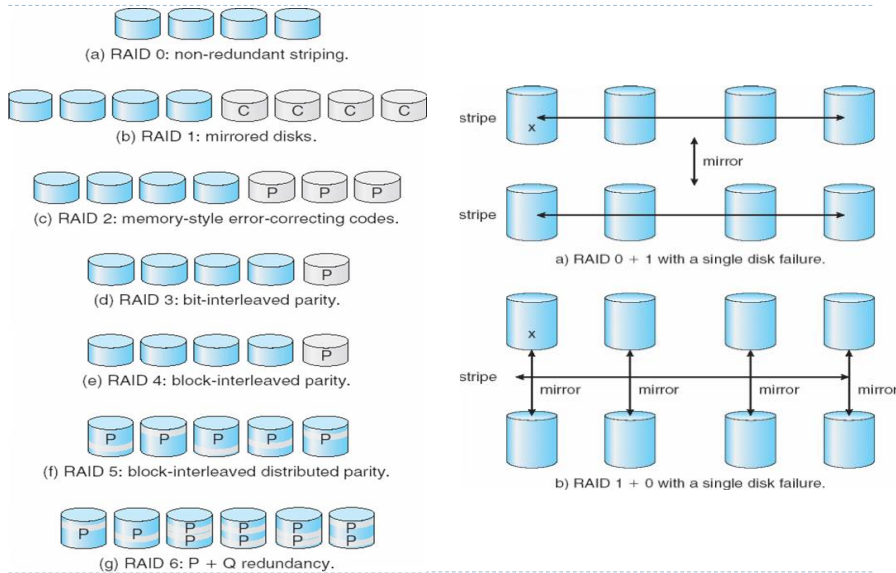
## RAID

- **RAID (Redundant Arrays of Independent Disks)** múltiples discos proveen **confiabilidad** via **redundancia**.
- RAID es establecido en seis niveles diferentes.
- Varias mejoras en las técnicas de uso del disco involucran el uso de varios discos trabajando cooperativamente.
- La división de discos (striping) usa un grupo de discos como una unidad de almacenaje.
- Los esquemas RAID mejoran la confiabilidad y el rendimiento almacenando datos redundantes.
  - ▶ *Espejado o sombra* mantiene duplicados de cada disco.
  - ▶ *Paridad en bloques entrelazados* usa mucha menos redundancia.

▶ KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Niveles RAID



KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Implementación de Almacenaje Estable

- Los esquemas de bitácora de escritura adelantada requiere almacenaje estable.
- Para implementar el almacenaje estable:
  - ▶ Replicar información sobre más de un medio de almacenaje no volátil con modo de fallas independientes.
  - ▶ Actualizar información de manera controlada para asegurar que se puede recuperar el dato estable luego de una falla durante la transferencia o recuperación.

KMC © 2018

Sistemas Operativos – Sistemas de Archivos

## Dispositivos de Almacenajes Terciarios

- Bajo costo es la característica definida de los almacenajes terciarios.
- Generalmente, el almacenaje terciario es establecido sobre *medios removibles*.
- Ejemplos comunes son: CD-ROMs, DVD, pen drives.

## Aspectos del Sistema Operativo

- Una de las mayores tareas son administrar los dispositivos físicos y presentar una abstracción de máquina virtual para las aplicaciones.
- Para los discos duros, el SO provee dos abstracciones:
  - ▶ Dispositivos crudos – un arreglo de bloques de datos.
  - ▶ Sistemas de Archivos – el SO encola y planifica los requerimientos entrelazados de varias aplicaciones.

## Evolución de Almacenamientos

- ▶ VELOCIDAD. Aspectos importantes son el ancho de banda y la latencia.
- ▶ CONFIABILIDAD.
- ▶ COSTO. El costo de los almacenamientos es inversamente proporcional al tamaño.

### Bibliografía:

- Silberschatz, A., Gagne G., y Galvin, P.B.; "*Operating System Concepts*", 7<sup>ma</sup> Edición 2009, 9<sup>na</sup> Edición 2012, 10<sup>ma</sup> Edición 2018.
- Tanenbaum, A.; "*Modern Operating Systems*", Addison-Wesley, 3<sup>ra</sup> Edición 2008, 4<sup>ta</sup>. Edición 2014.
- Stallings, W. "*Operating Systems: Internals and Design Principles*", Prentice Hall, 6<sup>ta</sup> Edición 2009, 7<sup>ma</sup> Edición 2011, 9<sup>na</sup> Edición 2018.