



ESTRUCTURAS DE ALMACENAJE SECUNDARIO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA
COMPUTACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

OBJETIVOS

- 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

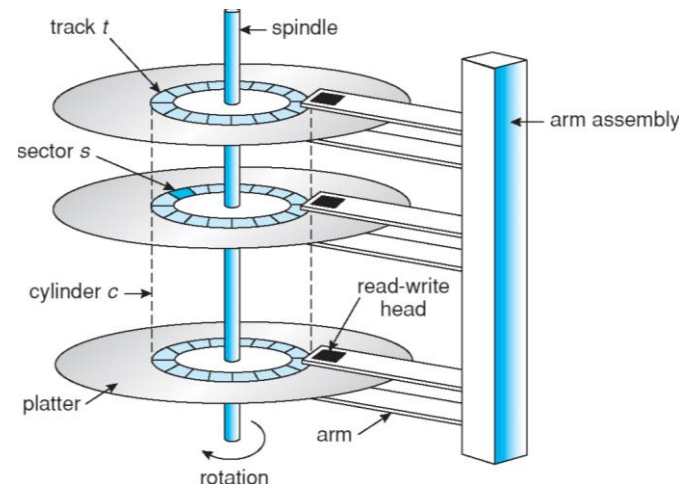
- Discos Rígidos (HDDs)
- Memorias no volátiles (nonvolatile memory NVM)

DISCOS - ESTRUCTURA

- Los dispositivos de disco son vistos como un arreglo unidimensional de **bloques lógicos**, donde el bloque lógico es la más pequeña unidad de transferencia.
- Ese arreglo de bloques lógicos es mapeado secuencialmente en sectores del disco.
 - ▶ El sector 0 es el primer sector de la primera pista sobre el cilindro más externo.
 - ▶ El mapeo procede en orden a través de esa pista, luego el resto de las pistas en el cilindro, y luego el resto de los cilindros desde el más externo hasta el más interno.

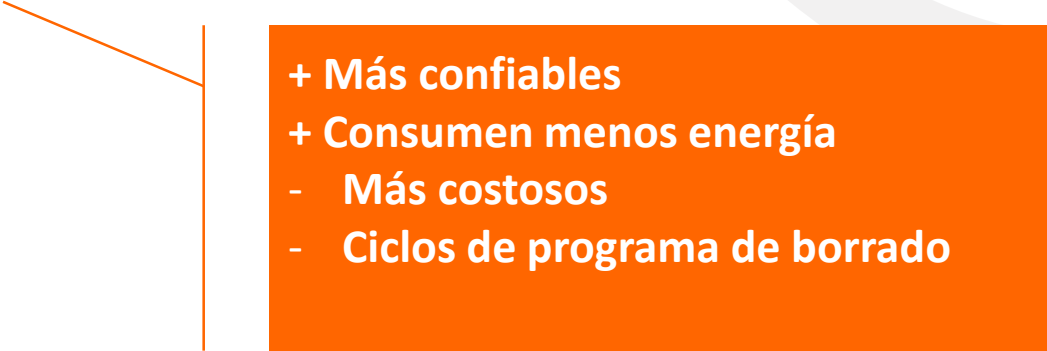
DISCO - CARACTERÍSTICA

- 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



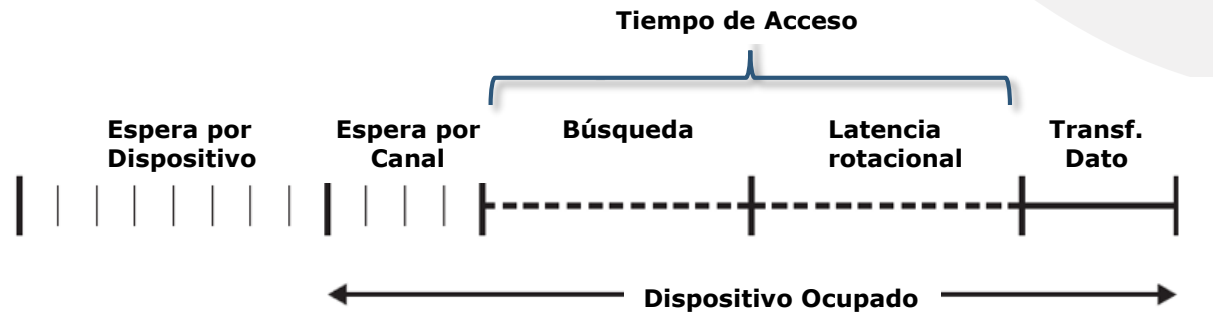
- + Más confiables
- + Consumen menos energía
- Más costosos
- Ciclos de programa de borrado

PLANIFICACIÓN DE DISCO

- El sistema operativo es responsable de usar el hardware eficientemente — para los dispositivos de disco 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

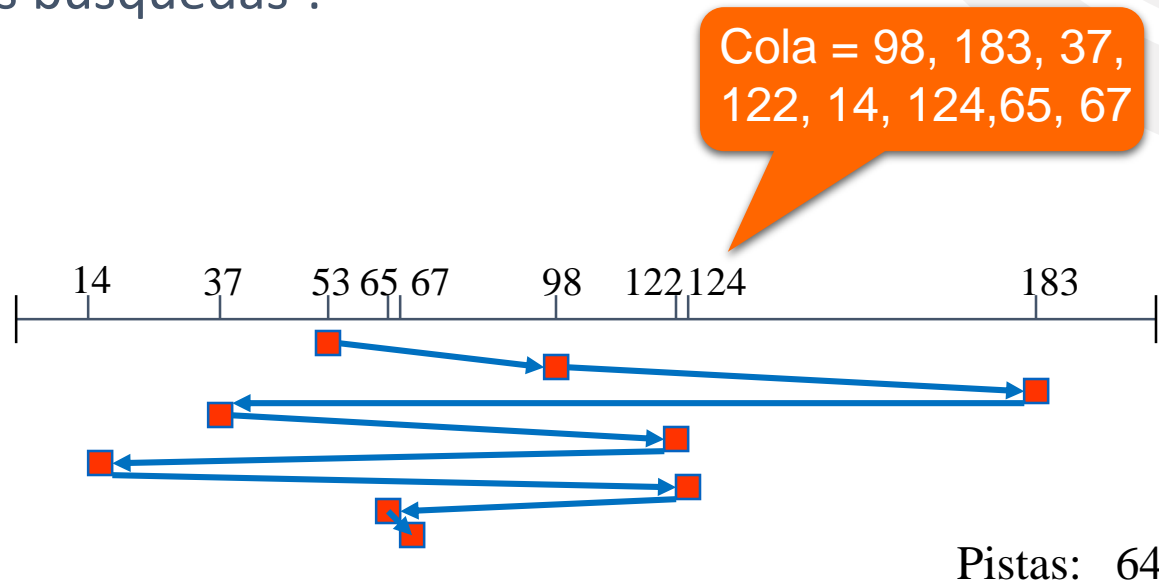
- Existen varios algoritmos para planificar el servicio de los requerimientos de E/S.
- Se ilustran los mismos con una cola de requerimientos (0-199).

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

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

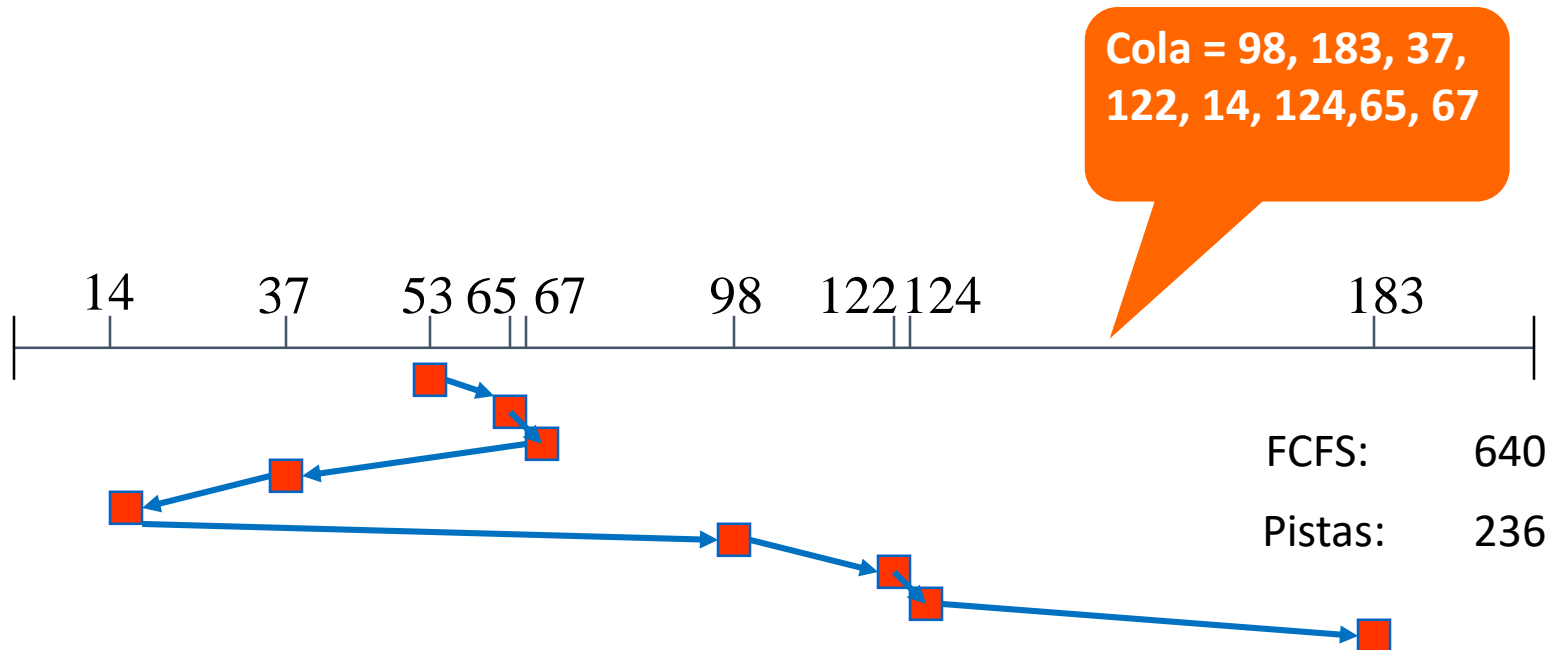
PRIMERO EN ENTRAR- PRIMERO EN SALIR FCFS

- Fácil de implementar
- Equitativo
- ¿Excesivas búsquedas ?



EL TIEMPO DE BÚSQUEDA MAS CORTO PRIMERO SSTF

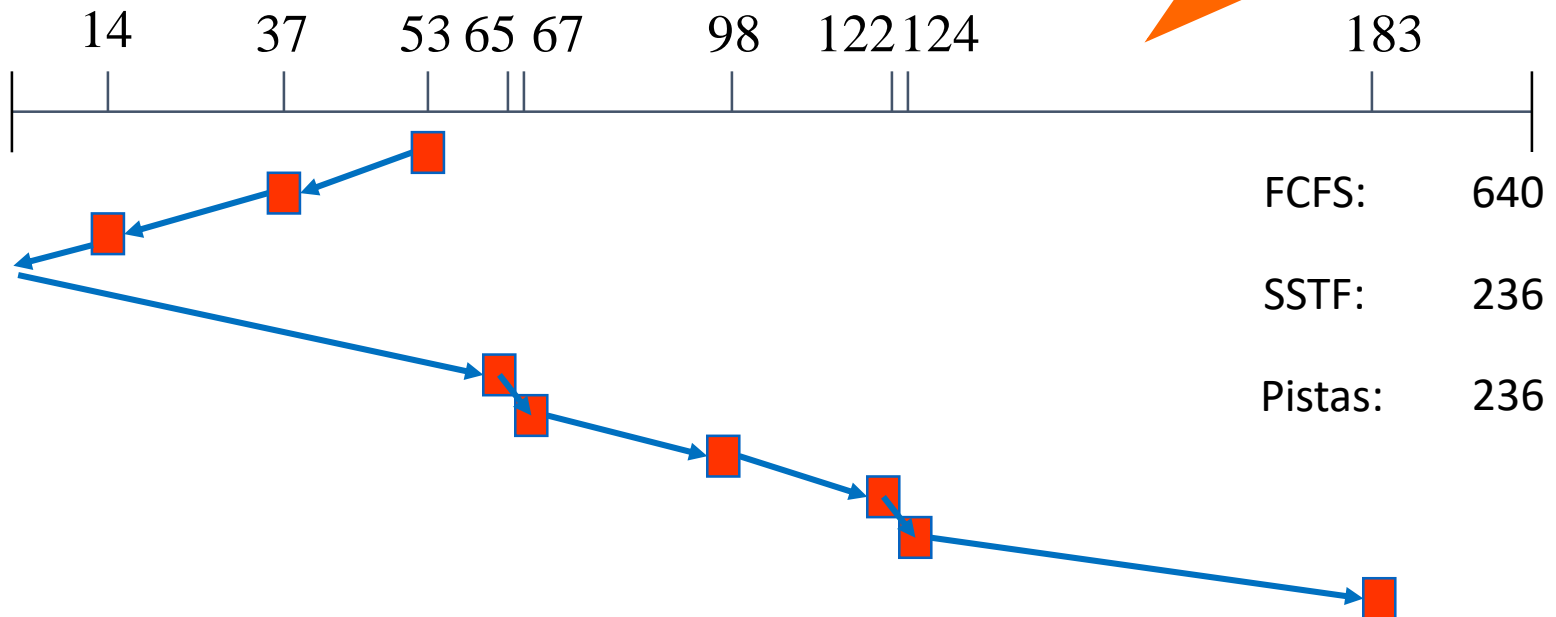
- Selecciona el requerimiento con el mínimo tiempo de búsqueda desde la posición que ocupa la cabeza en ese momento.
- Minimiza tiempo de búsqueda
- El tiempo medio depende de la carga
- El tiempo de servicio es $<$ cuando la cola es más larga!
- Puede llevar a esperas largas - inequitativo



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*.

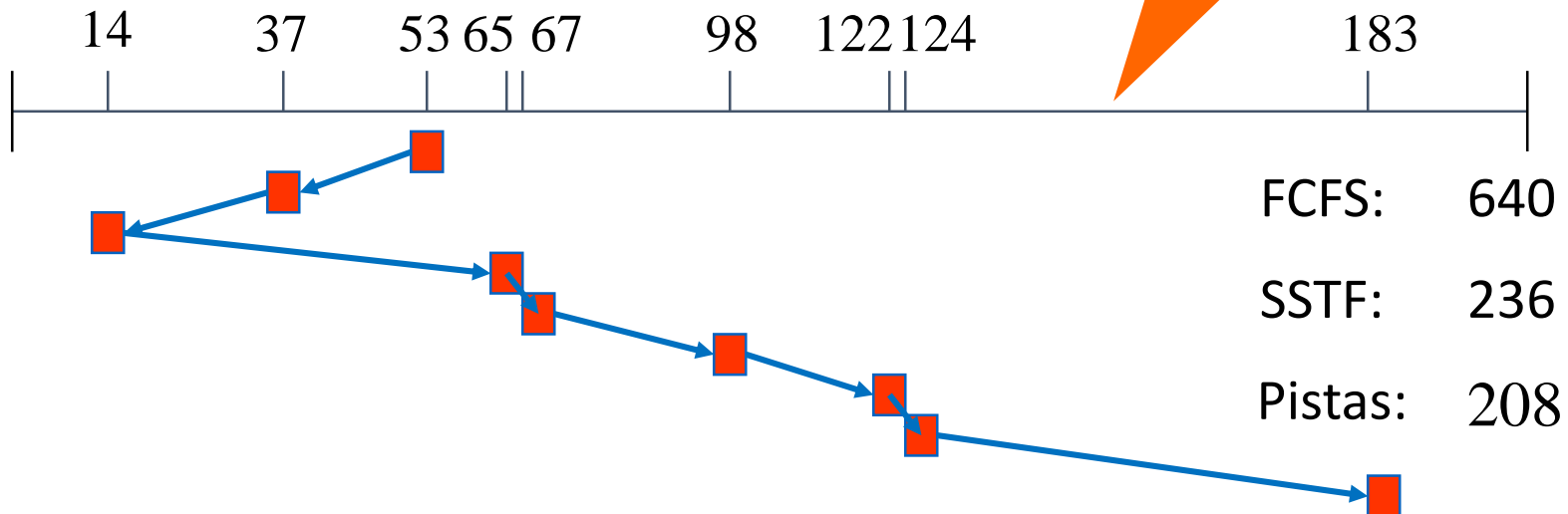
Cola = 98, 183, 37, 122, 14, 124, 65, 67



LOOK

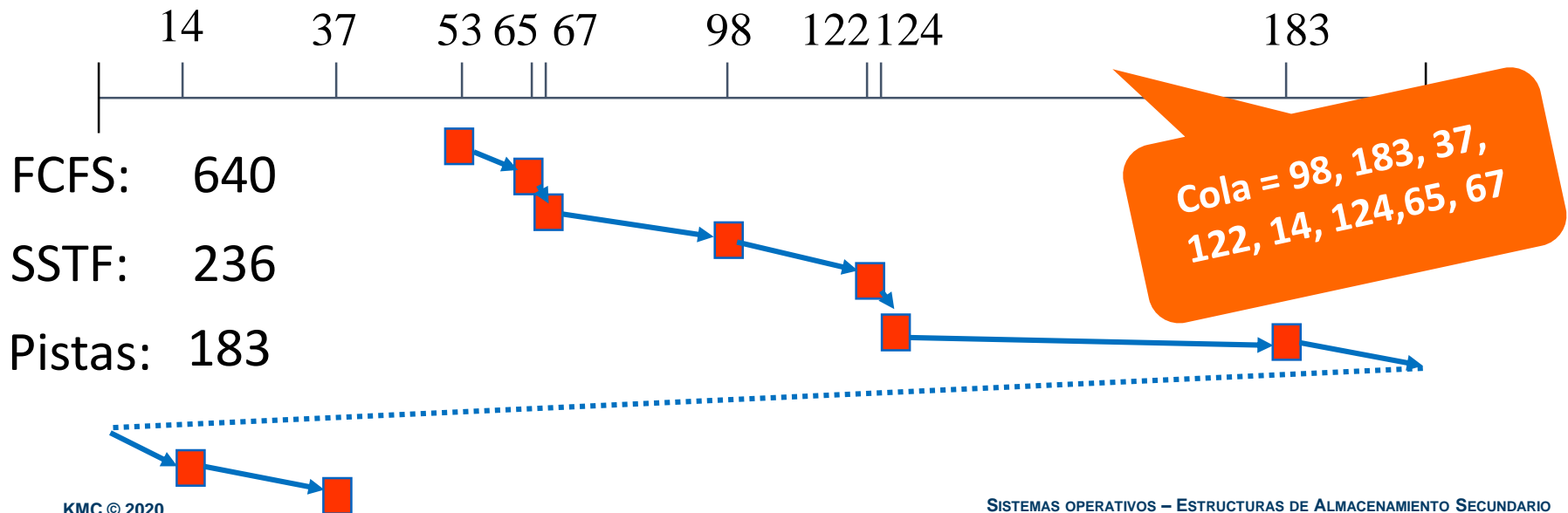
- Versión de SCAN
- El brazo va tan lejos en cada dirección como el último requerimiento.

Cola = 98, 183, 37,
122, 14, 124, 65, 67



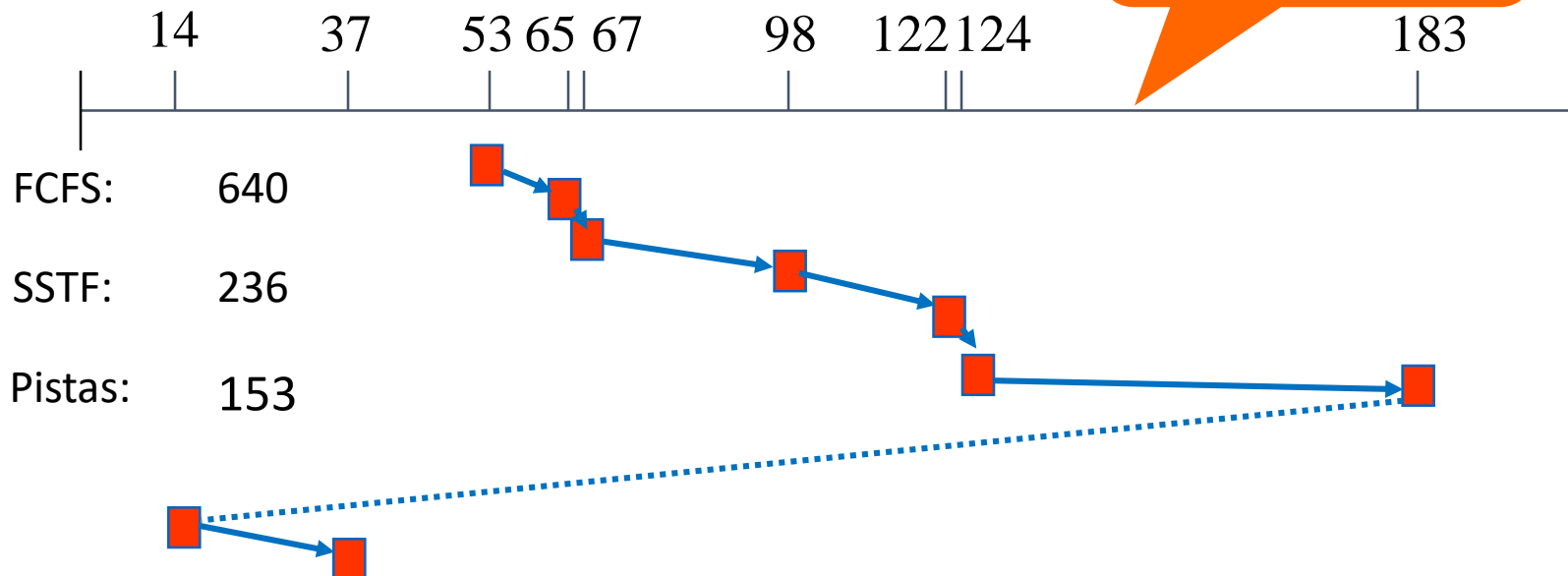
C-SCAN (CIRCULAR SCAN)

- 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.



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.



SELECCIÓN DE UN ALGORITMO DE PLANIFICACIÓN DE DISCO

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

PLANIFICACIÓN EN NVM

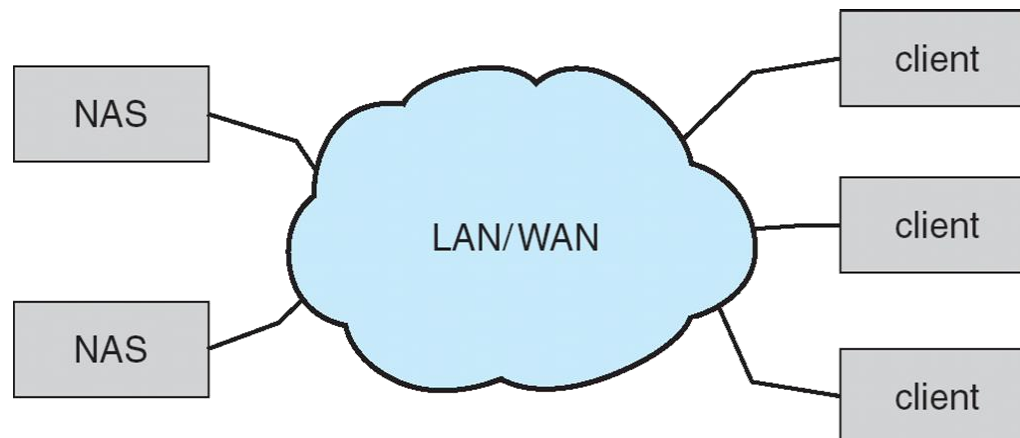
- No tiene movimiento de cabeza ni latencia rotacional.
- Tiempo de lectura es **uniforme** y el de escritura es **No uniforme**.

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.

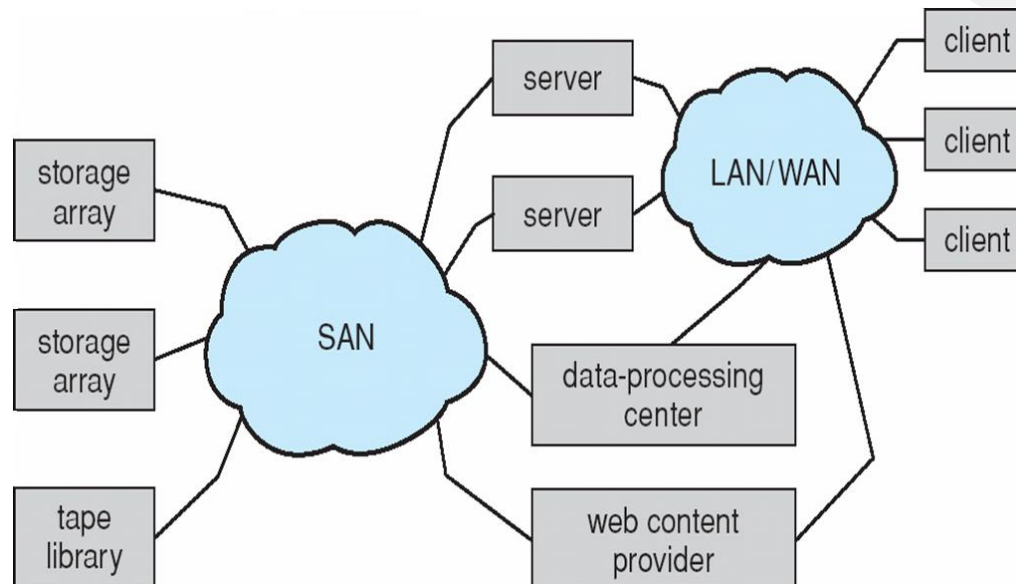
ALMACENAJE ADJUNTO EN RED

- 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 via *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



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.

NIVELES RAID



(a) RAID 0: non-redundant striping.



(b) RAID 1: mirrored disks.



(c) RAID 2: memory-style error-correcting codes.



(d) RAID 3: bit-interleaved parity.



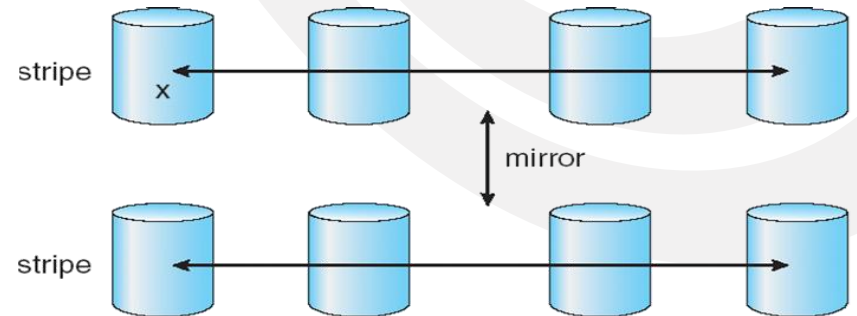
(e) RAID 4: block-interleaved parity.



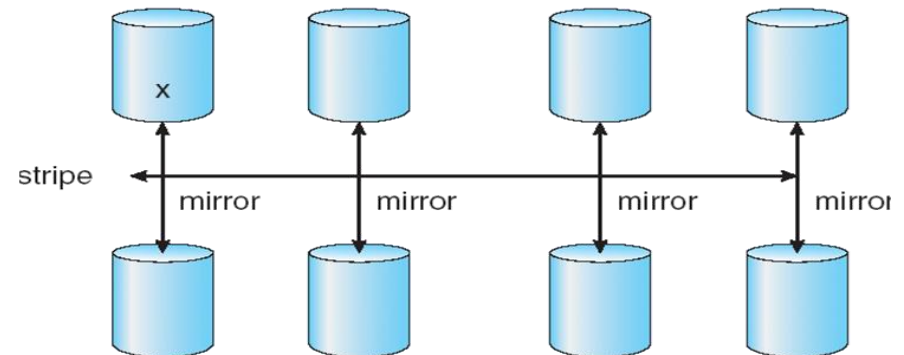
(f) RAID 5: block-interleaved distributed parity.



(g) RAID 6: P + Q redundancy.



a) RAID 0 + 1 with a single disk failure.



b) RAID 1 + 0 with a single disk failure.

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.

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^{ma} Edición 2009, 9^{na} Edición 2012, 10^{ma} Edición 2018.
- Tanenbaum, A.; "*Modern Operating Systems*", Addison-Wesley, 3^{ra} Edición 2008, 4^{ta}. Edición 2014.
- Stallings, W. "*Operating Systems: Internals and Design Principles*", Prentice Hall, 6^{ta} Edición 2009, 7^{ma} Edición 2011, 9^{na} Edición 2018.