

Introducción a los Sistemas Operativos

Cache de Disco



- ✓ Versión: Noviembre de 2024
- ✓ Palabras Claves: Unix, Buffer Cache, Cache, Disco, Bloque, Archivos

Algunas diapositivas han sido extraídas del libro "THE DESIGN OF THE UNIX OPERATING SYSTEM" de Maurice J. Bach



Disk Cache

- ✓ Buffers en memoria principal para almacenamiento temporario de bloques de disco.
- ✓ Objetivo: MINIMIZAR LA FRECUENCIA DE ACCESO AL DISCO



Algunas observaciones

- ☑ Cuando un proceso quiere acceder a un bloque de la cache hay dos alternativas:
 - Se copia el bloque al espacio de direcciones del usuario → no permitiría compartir el bloque
 - Se trabaja como memoria compartida → permite acceso a varios procesos
 - Esta área de memoria debe ser limitada, con lo cual debe existir un algoritmo de reemplazo



Estrategia de reemplazo

- ✓ Cuando se necesita un buffer para cargar un nuevo bloque, se elige el que hace más tiempo que no es referenciado.
- ✓ Es una lista de bloques, donde el último es el más recientemente usado (LRU, Least Recently Used)
- ✓ Cuando un bloque se referencia o entra en la cache queda al final de la lista
- ✓ No se mueven los bloques en la memoria: se asocian punteros.
- ✓ Otra alternativa: Least Frequently Used. Se reemplaza el que tenga menor número de referencias



Introducción a los Sistemas Operativos

Buffer Cache
Unix System V



Objetivo y estructura

- ✓ Minimizar la frecuencia de acceso a disco
- ✓ Es una estructura formada por buffers en Mem. Principal
- ✓ El kernel asigna un espacio en la memoria principal durante la inicialización para esta estructura.
- ✓ Un Buffer-Cache tiene dos partes:
 - ✓ Headers: Contienen información para modelar: la ubicación del bloque en RAM, numero del bloque, estado, relaciones entre headers, etc
 - ✓ El buffer en sí: el lugar en RAM (referenciado por el header) donde se almacena realmente el bloque del dispositivo llevado a memoria



Buffer Cache en el Kernel

- ✓ El módulo de buffer cache es independiente del sistema de archivos y de los dispositivos de hardware
- ✓ Es un servicio del SO

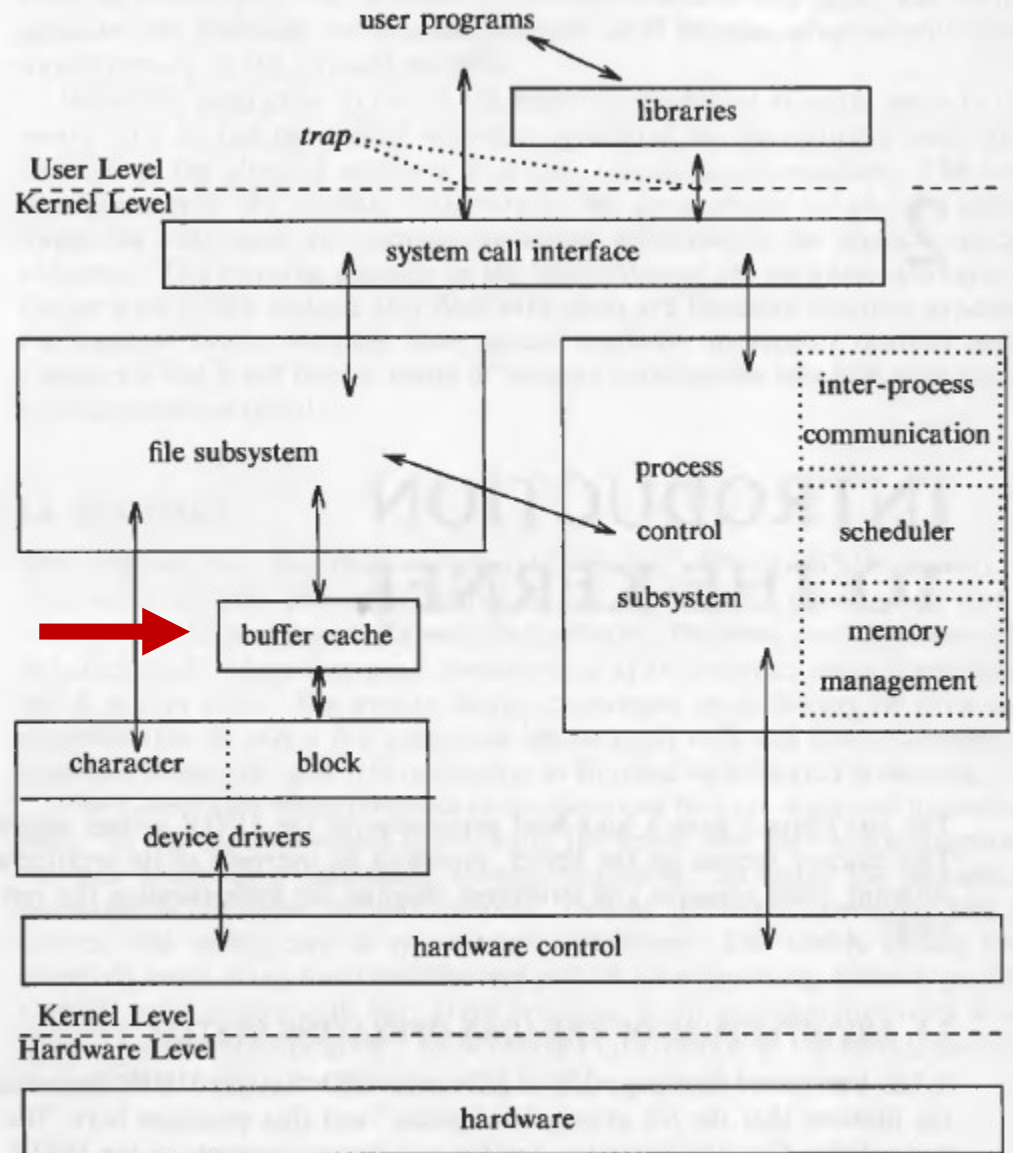
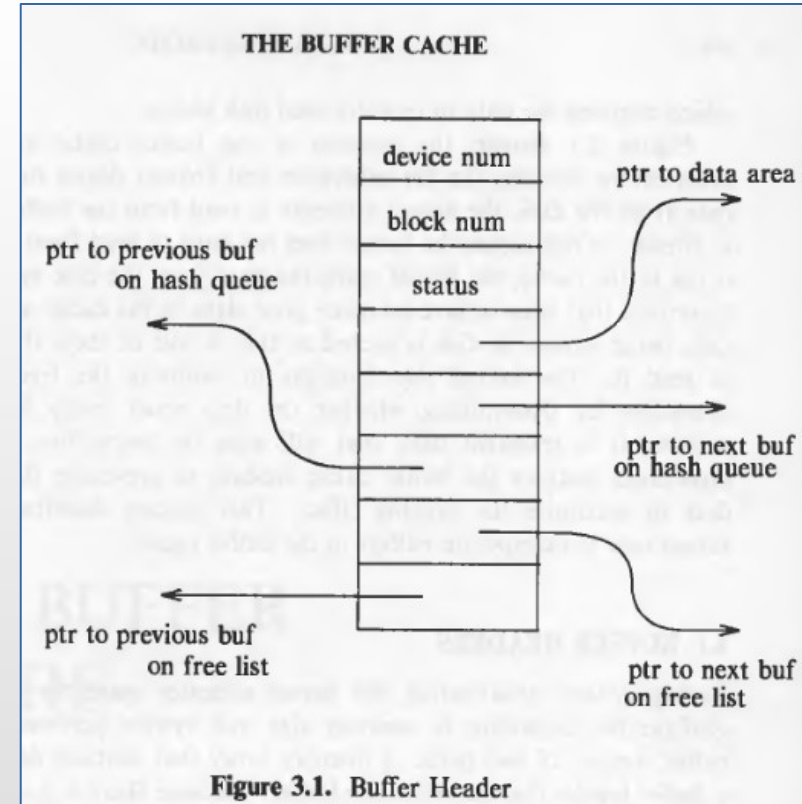


Figure 2.1. Block Diagram of the System Kernel



El header

- ✓ Identifica el nro. de dispositivo y nro. de bloque
- ✓ Estado
- ✓ Punteros a:
 - ✓ **2 punteros para la hash queue** (más adelante vemos para que se usan)
 - ✓ **2 punteros para la free list** (más adelante vemos para que se usan)
 - ✓ **1 puntero al bloque en memoria**



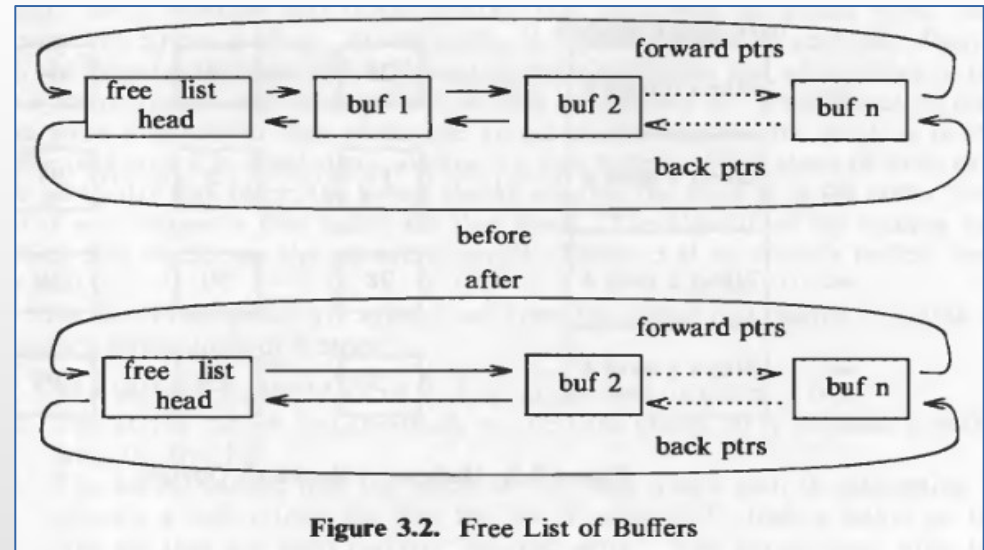
Estados de los buffers

- ✓ Free o disponible
- ✓ Busy o no disponible (en uso por algún proceso)
- ✓ Se está escribiendo o leyendo del disco.
- ✓ Delayed Write (DW): buffers modificados en memoria, pero los cambios no han sido reflejados en el bloque original en disco.



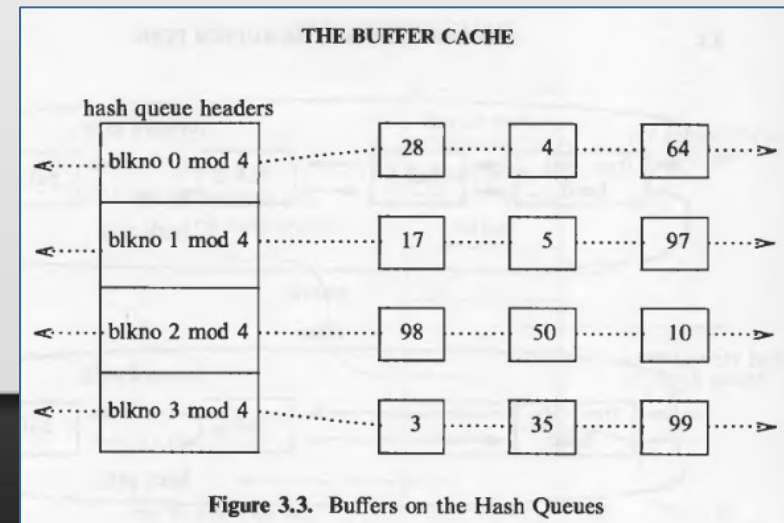
Free List

- ✓ Organiza los buffers disponibles para ser utilizados para cargar nuevos bloque de disco.
- ✓ No necesariamente los buffers están vacíos (el proceso puede haber terminado, liberado el bloque pero sigue en estado delayed write)
- ✓ Se ordena según LRU (least recent used)



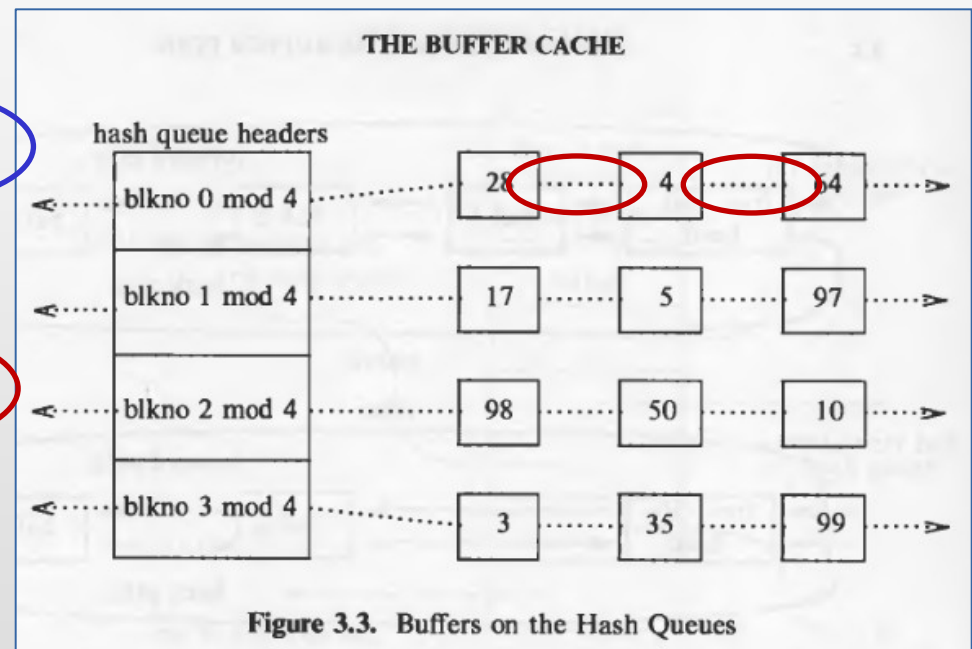
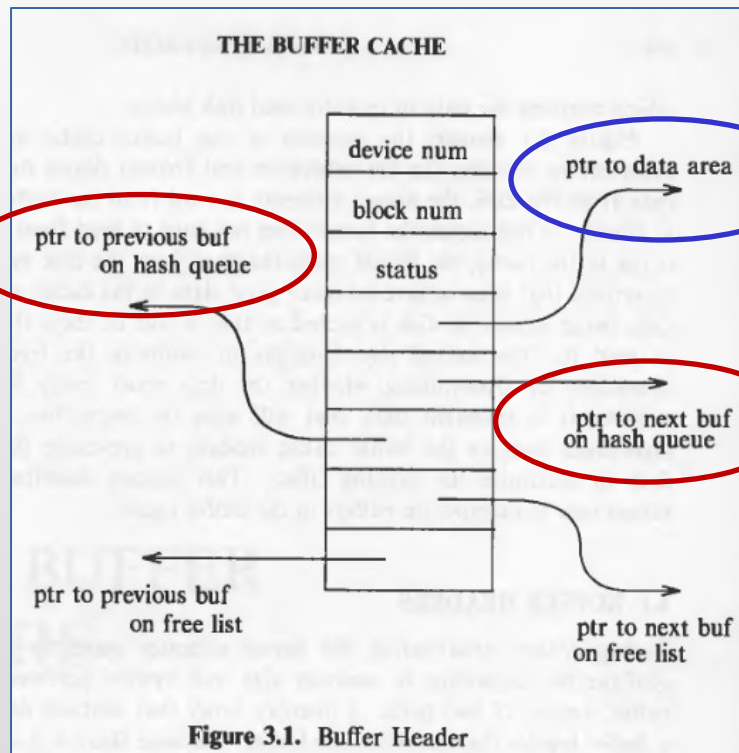
Hash Queues

- ✓ Son colas para optimizar la búsqueda de un buffer en particular
- ✓ Los headers de los buffers se organizan según una función de hash usando (dispositivo, #bloque)
- ✓ Al numero de bloque (dispositivo/bloque) se le aplica una función de hash que permite agrupar los buffers cuyo resultado dio igual para hacer que las búsquedas sean más eficientes
- ✓ Se busca que la función de hash provea alta dispersión para lograr que las colas de bloques no sean tan extensas



Hash Queues

- ✓ Para agrupar los bloques se utilizan los punteros que anteriormente habíamos visto que se almacenaban en el header



Free List

- ✓ Sigue el mismo esquema de la Hash queue pero contiene los headers de los buffers de aquellos procesos que ya han terminado
- ✓ El header de un buffer siempre está en la Hash Queue
- ✓ Si el proceso que lo referenciaba terminó, va a estar en la Hash Queue y en la Free List



Funcionamiento del buffer cache

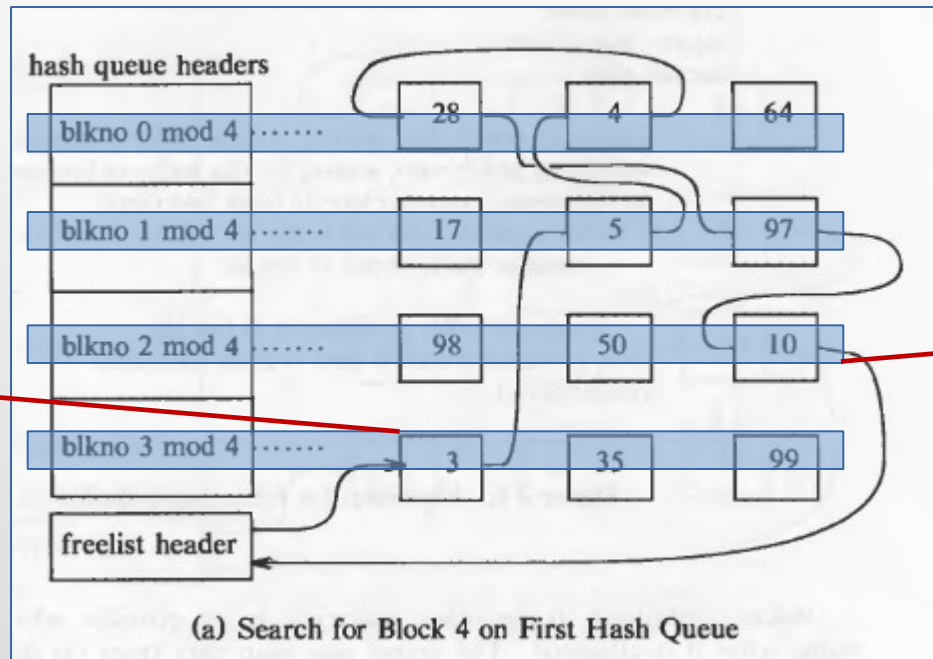
- ✓ Cuando un proceso quiere acceder a un archivo, se utiliza su i-nodo para localizar los bloques de datos donde se encuentra éste.
- ✓ El requerimiento llega al buffer cache quien evalúa si puede satisfacer el requerimiento o si debe realizar la E/S.
- ✓ Se pueden dar 5 escenarios:
 - 1) El kernel encuentra el bloque en la hash queue y el buffer está libre (en la free list).
 - 2) El kernel no encuentra el bloque en la hash queue y utiliza un buffer libre.
 - 3) Idem 2, pero el bloque libre esta marcado como DW.
 - 4) El kernel no encuentra el bloque en la hash queue y la free list está vacía.
 - 5) El kernel encuentra el bloque en la hash queue pero está BUSY.



Búsqueda/recuperación de un buffer: 1er escenario

✓ Ejemplo: busco el bloque 4:

- El kernel encuentra el bloque en la hash queue
- Está disponible (está en la free list)



Header del buffer libre más recientemente usado

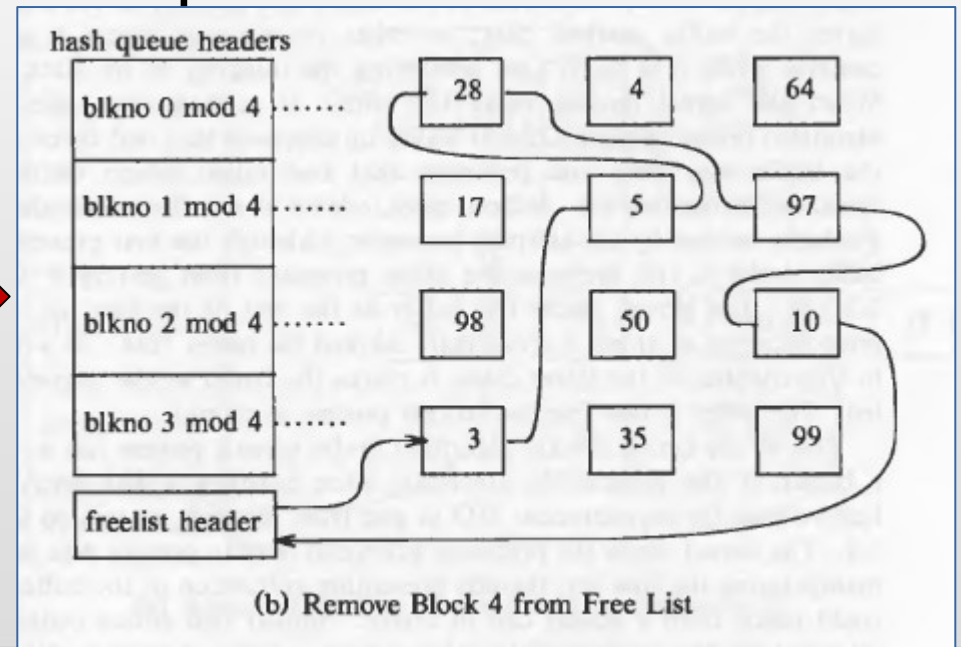
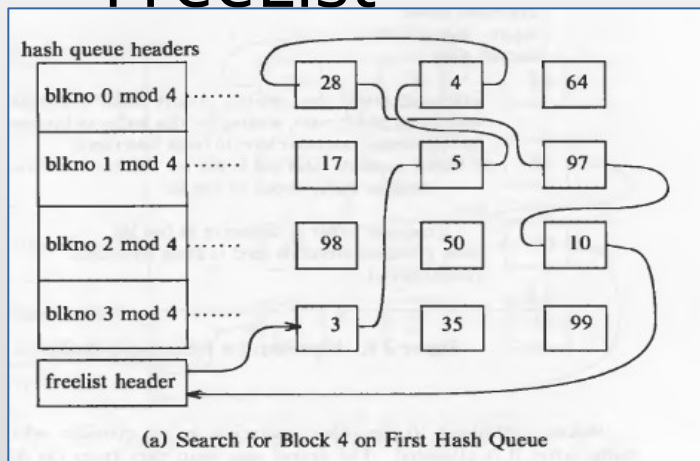
Header del buffer libre menos recientemente usado



Búsqueda /recuperación de un buffer:

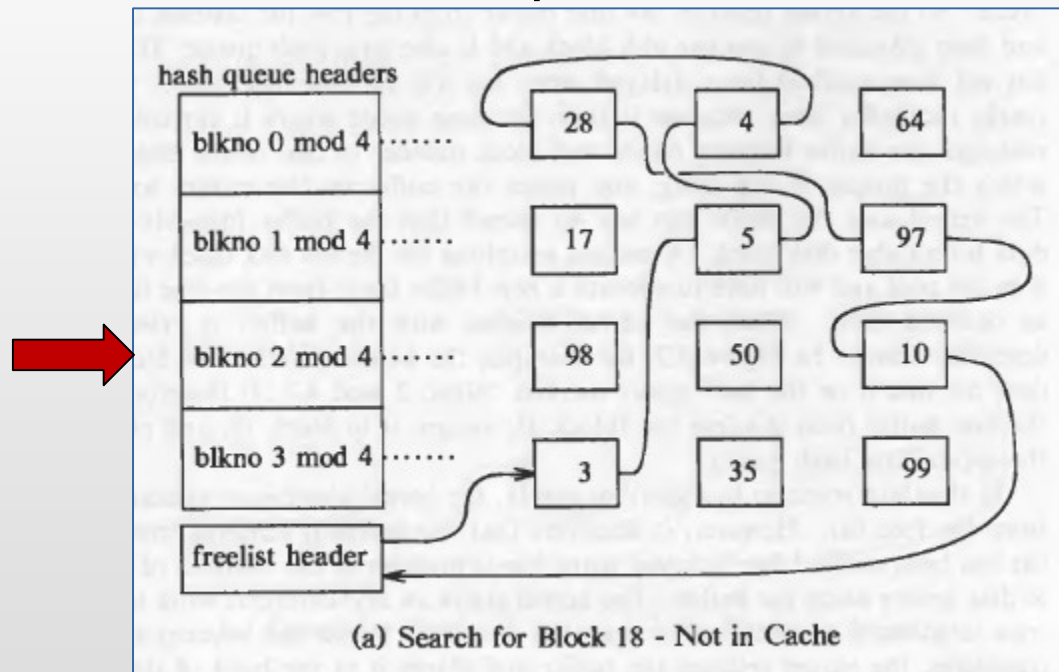
1er escenario (cont.)

- ✓ Se remueve el buffer 4 de la free list
 - ✓ Pasa el buffer 4 a estado BUSY (ocupado)
 - ✓ El proceso usa el bloque 4
 - ✓ Se deben reacomodar los punteros de la FreeList
- ### FreeList



Búsqueda/recuperación de un buffer: 2do escenario

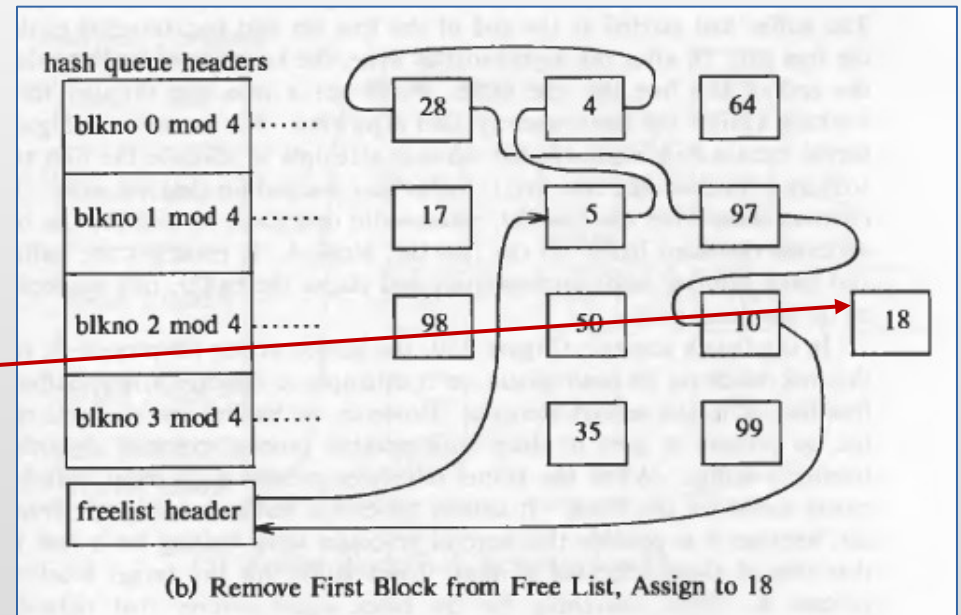
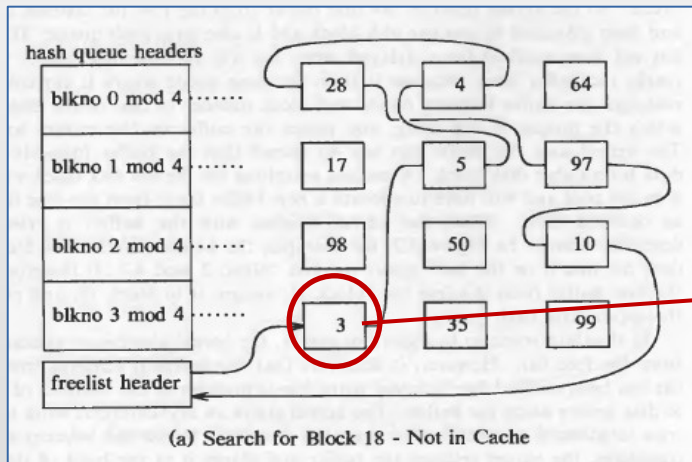
- ✓ Ejemplo: busco el bloque 18:
- El bloque buscado no está en la hash queue
 - Se debe buscar un bloque libre



Búsqueda/recuperación de un buffer:

2do escenario (cont.)

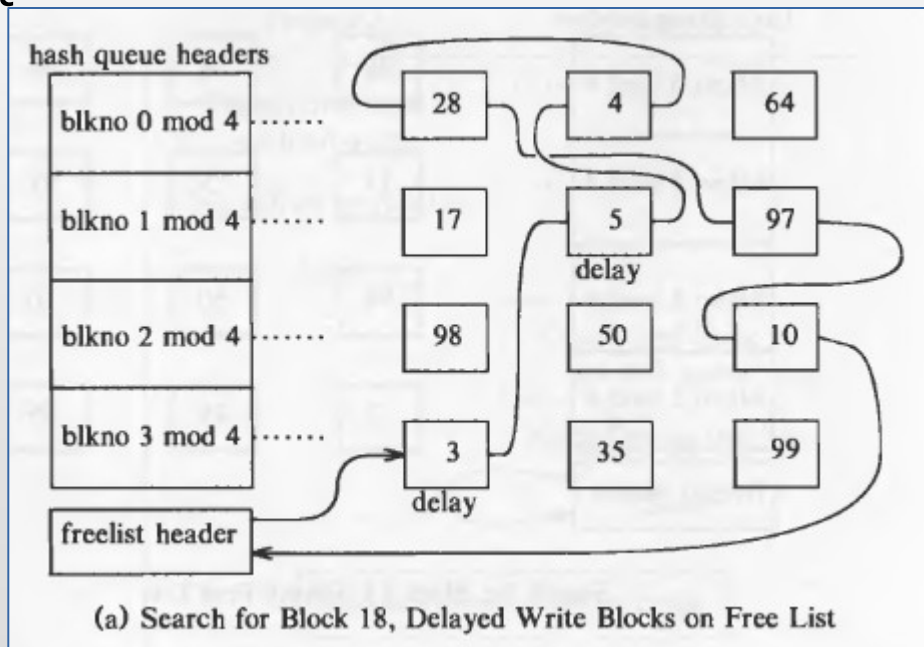
- ✓ Se toma un buffer de la free list (el 3)
- ✓ Siempre se usa el primero
- ✓ Se lee del disco el bloque deseado en el buffer obtenido
- ✓ Se ubica el header en la hash queue correspondiente (solo se cambian punteros, **NO se intercambian ubicaciones de memoria**)



Búsqueda/recuperación de un buffer: 3er escenario

✓ Ejemplo: busca el bloque 18:

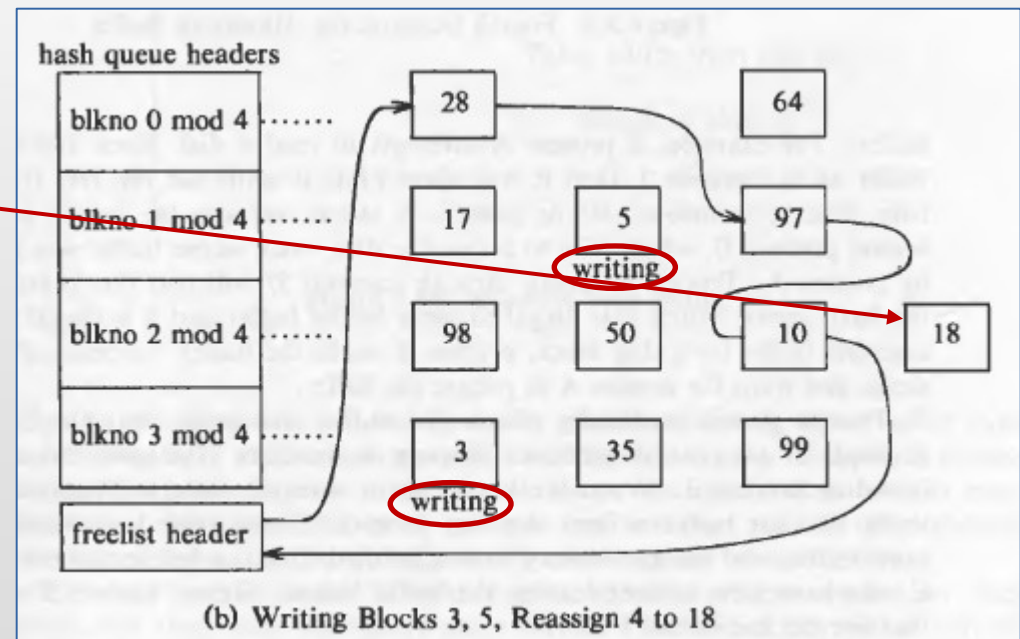
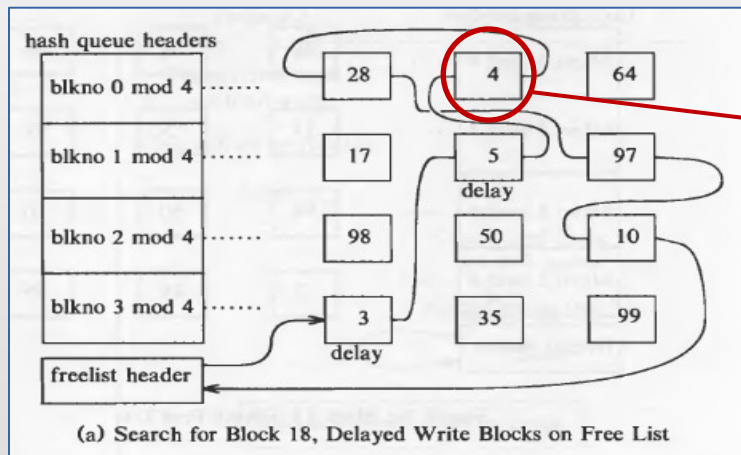
- El Kernel no encuentra el bloque buscado en la hash queue
- Debe tomar el 1ro de la free list, pero está marcado DW
- El kernel debe mandar a escribir a disco al bloque 3 y tomar el siguiente buffer de la free list



Búsqueda/recuperación de un buffer:

3er escenario

- ✓ Si también está DW, sigue con el mismo proceso hasta encontrar uno que no esté marcado como DW.
- ✓ Mientras los DW se escriben en disco, se asigna el siguiente buffer free al proceso
- ✓ Una vez escritos a disco los bloques DW, estos son ubicados al principio de la FreeList

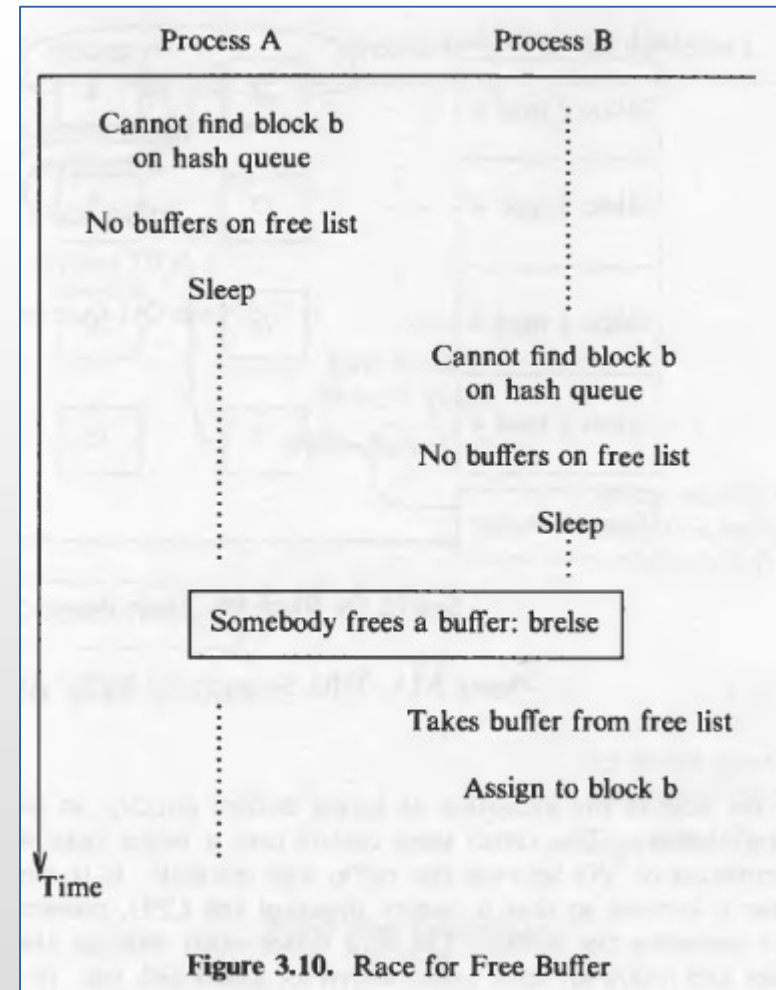
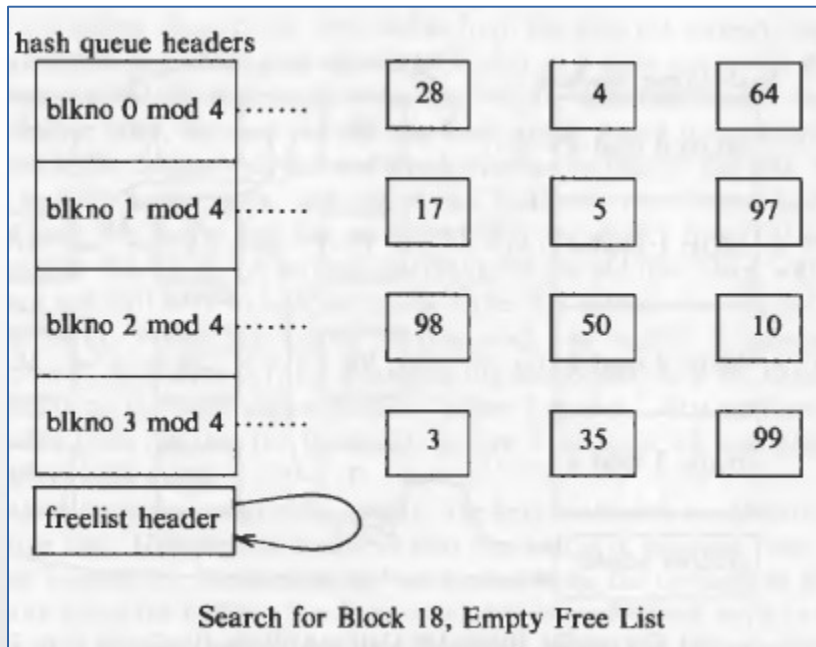


Búsqueda/recuperación de un buffer: 4to escenario

- ✓ El kernel no encuentra el bloque en la hash queue y la free list está vacía.
- ✓ El proceso queda bloqueado en espera a que se “libere” algún buffer
- ✓ Cuando el proceso despierta se debe verificar nuevamente que el bloque no este en la hash queue (algún proceso pudo haberlo pedido mientras éste dormía)



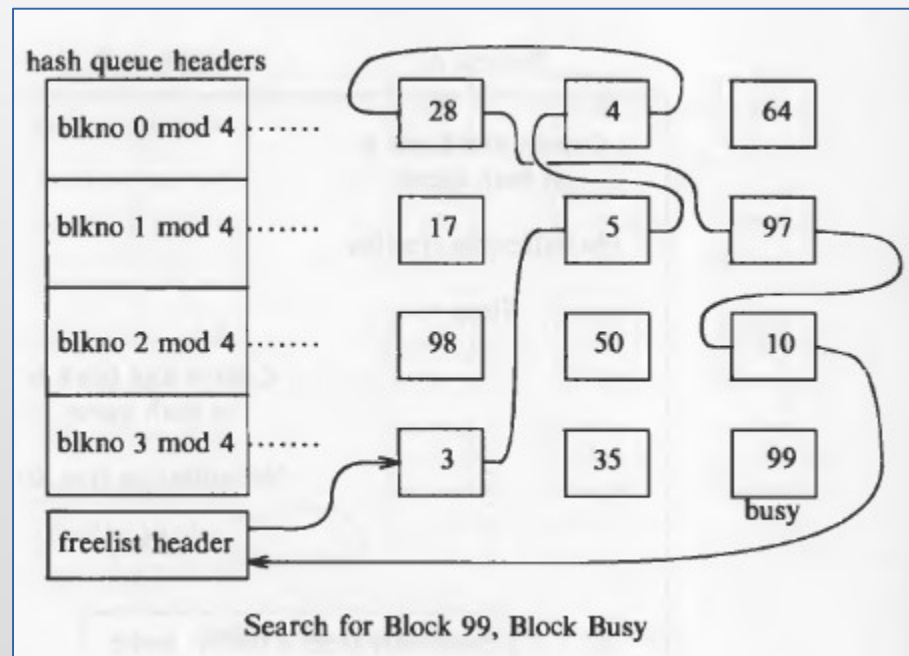
Búsqueda/recuperación de un buffer: 4to escenario



Búsqueda/recuperación de un buffer: 5to escenario

✓ Ejemplo: busca el bloque 99:

- El kernel busca un bloque y el buffer que lo contiene está marcado como busy
- El proceso se bloquea a la espera de que el buffer se desbloquee

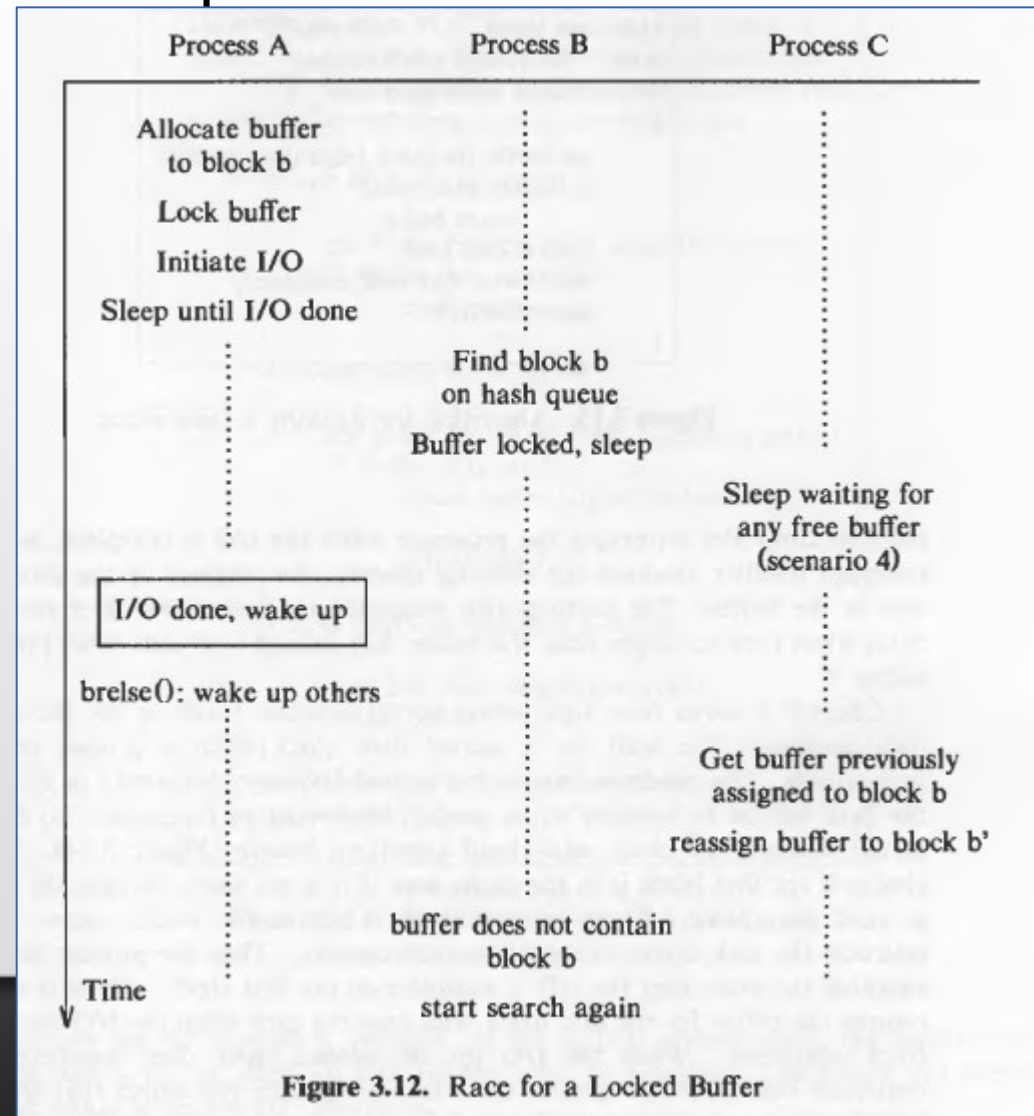


Búsqueda/recuperación de un buffer:

5to escenario

✓ Eventualmente el proceso que tenía el buffer 99 lo libera

- Se despiertan todos los procesos en espera de algún buffer
- El proceso que buscaba el buffer 99 debe buscarlo nuevamente en la hashqueue y en la freelist



Algoritmo de asignación

☑ Escenarios:

- 1) El kernel encuentra el bloque en la hash queue y el buffer está libre.
- 2) El kernel no encuentra el bloque en la hash queue y utiliza un buffer libre.
- 3) Idem 2, pero el bloque libre está marcado como DW.
- 4) El kernel no encuentra el bloque en la hash queue y la free list está vacía.
- 5) El kernel encuentra el bloque en la hash queue pero está BUSY.



Algoritmo de asignación

```
algorithm getblk
input:  file system number
        block number
output: locked buffer that can now be used for block
{
    while (buffer not found)
    {
        if (block in hash queue)
        {
            if (buffer busy)      /* scenario 5 */
            {
                sleep (event buffer becomes free);
                continue;        /* back to while loop */
            }
            mark buffer busy;      /* scenario 1 */
            remove buffer from free list;
            return buffer;
        }
        else                      /* block not on hash queue */
        {
            if (there are no buffers on free list) /* scenario 4 */
            {
                sleep (event any buffer becomes free);
                continue;        /* back to while loop */
            }
            remove buffer from free list;
            if (buffer marked for delayed write) { /* scenario 3 */
                asynchronous write buffer to disk;
                continue;        /* back to while loop */
            }
            /* scenario 2 --- found a free buffer */
            remove buffer from old hash queue;
            put buffer onto new hash queue;
            return buffer;
        }
    }
}
```



Figure 3.4. Algorithm for Buffer Allocation