Introducción a los Sistemas Operativos

Administración de Memoria - IV

I.S.O.

- ☑ Versión: Mayo 2013
- ☑ Palabras Claves: Procesos, Espacio de Direcciones, Memoria, Paginación, Trashing, Working Set

Algunas diapositivas han sido extraídas de las ofrecidas para docentes desde el libro de Stallings (Sistemas Operativos) y el de Silberschatz (Operating Systems Concepts). También se incluyen diapositivas cedidas por Microsoft S.A.

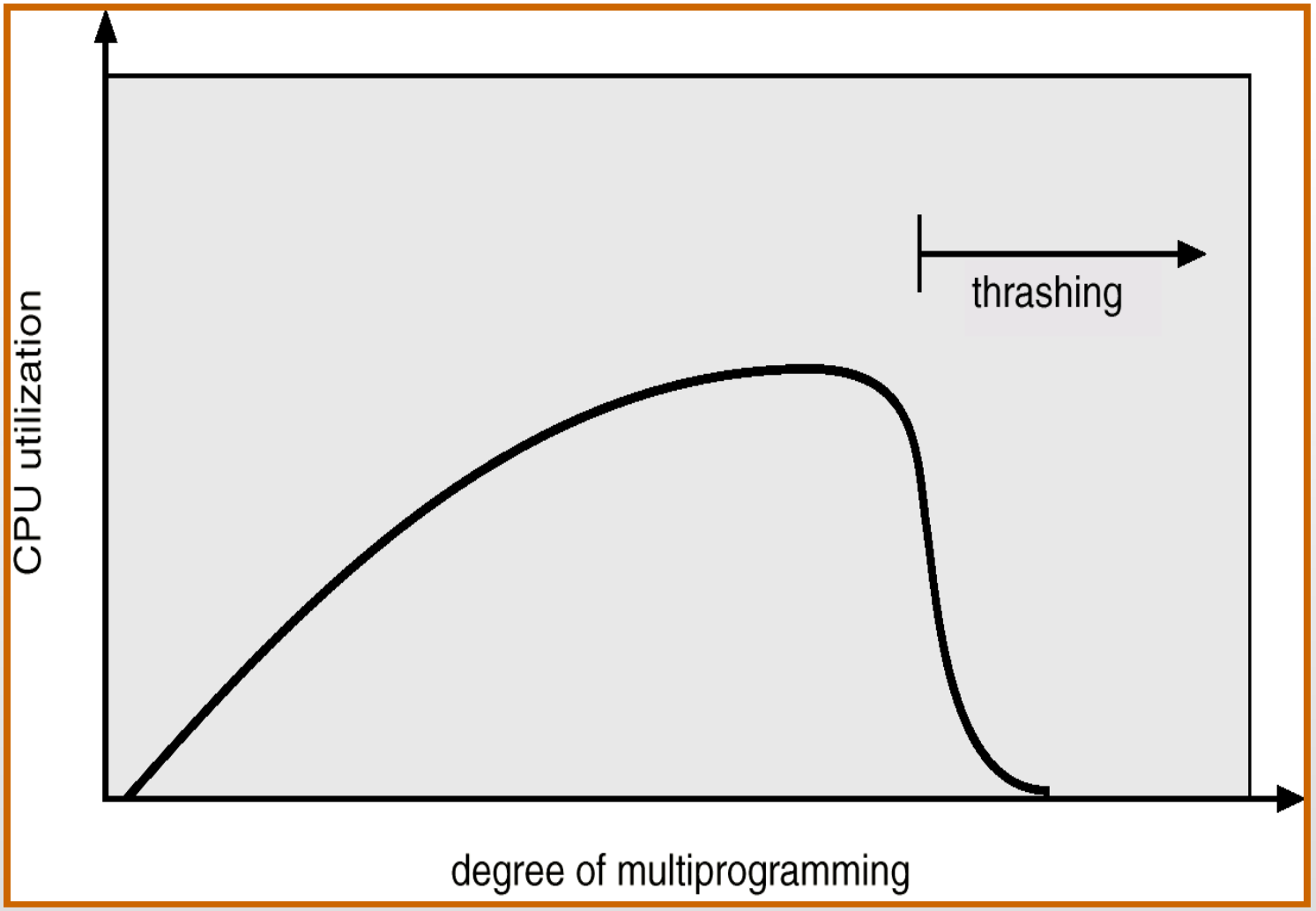
Thrashing (hiperpaginación)

- **Concepto**: decimos que un sistema está en *thrashing* cuando pasa más tiempo paginando que ejecutando procesos.
- Como consecuencia, hay una baja importante de performance en el sistema.

Ciclo del thrashing

1) El SO monitorea el uso de la CPU.
2) Si hay baja utilización ⇒ aumenta el grado de multiprogramación.
3) Si el algoritmo de reemplazo es global, pueden sacarse frames a otros procesos.
4) Un proceso necesita más frames. Comienzan los page-faults y robo de frames a otros procesos.
5) Por swapping de páginas, y encolamiento en dispositivos, baja el uso de la CPU.
6) Vuelve a 1).

Thrashing



El scheduler de CPU y el thrashing

1) Cuando se decrementa el uso de la CPU, el scheduler long term aumenta el grado de multiprogramación.
2) El nuevo proceso inicia nuevos page-faults, y por lo tanto, más actividad de paginado.
3) Se decrementa el uso de la CPU
4) Vuelve a 1).

Control del thrashing

- Se puede limitar el thrashing usando algoritmos de reemplazo local.
- Con este algoritmo, si un proceso entra en thrashing no roba frames a otros procesos.
- Si bien perjudica la performance del sistema, es controlable.

Conclusión sobre thrashing

- Si un proceso cuenta con todos los frames que necesita, no habría thrashing.
- Veremos algunas técnicas como la estrategia de Working Set, con el modelo de localidad y la estrategia de PFF (Frecuencia de Fallos de Página)

El modelo de localidad

- Cercanía de referencias o principio de cercanía
- Las referencias a datos y programa dentro de un proceso tienden a agruparse
- La localidad de un proceso en un momento dado se da por el conjunto de páginas que tiene en memoria en ese momento.
- En cortos períodos de tiempo, el proceso necesitará pocas “piezas” del proceso (por ejemplo, una página de instrucciones y otra de datos...)

El modelo de localidad

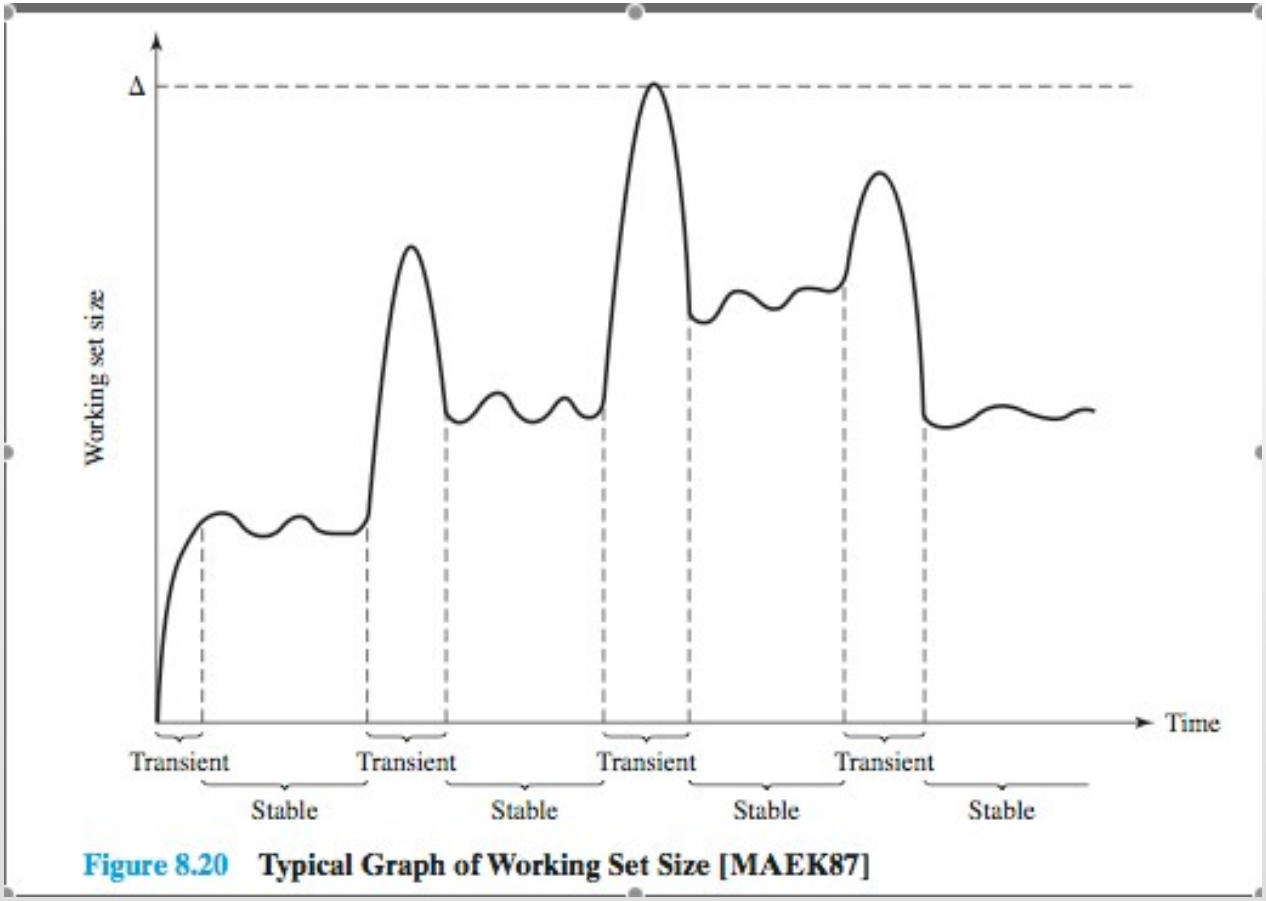


Figure 8.20 **Typical Graph of Working Set Size [MAEK87]**

El modelo de localidad (cont.)

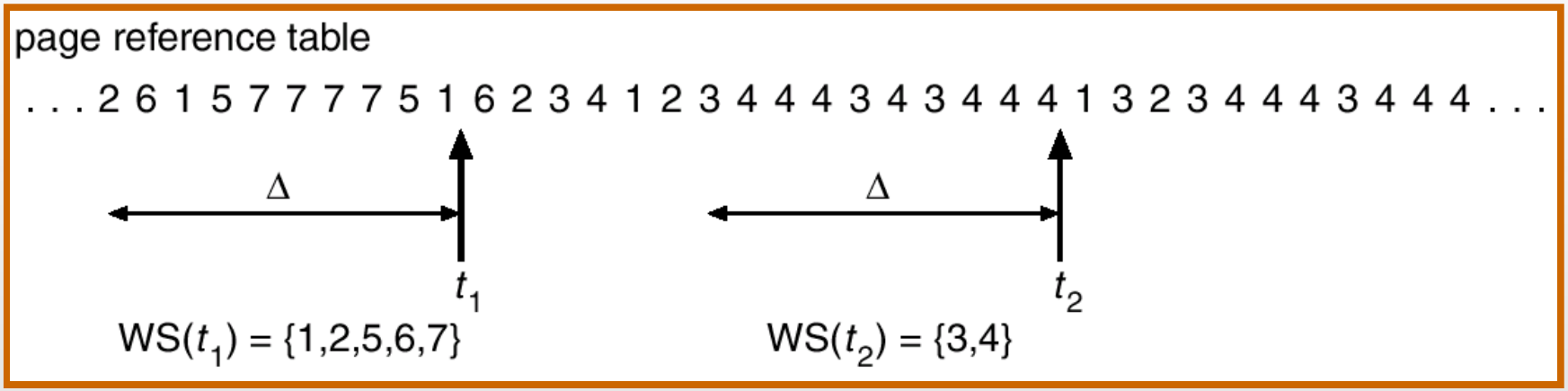
- Un programa se compone de varias localidades.
- Ejemplo: Cada rutina será una nueva localidad: se referencian sus direcciones (cercanas) cuando se está ejecutando.
- Para prevenir la hiperactividad, un proceso debe tener en memoria sus páginas más activas (menos page faults).

El modelo de working set

- Se basa en el modelo de localidad.
- Ventana del working set (Δ): las referencias de memoria más recientes.
- Working set: es el conjunto de páginas que tienen las más recientes Δ referencias a páginas.

Ejemplo de working set

- ☑ Δ=10



La selección del Δ

- ☑ Δ chico: no cubrirá la localidad
- ☑ Δ grande: puede tomar varias localidades

Medida del working set

- m = cantidad frames disponibles
- WSS_i= medida del working set del proceso p_i.
- $\sum WSS_i = D$;
- D= demanda total de frames.
- Si D>m, habrá ***thrashing***.

Prevención del thrashing

- ☑ SO monitorea c/ proceso, dándole tantos frames hasta su WSS_i
- ☑ Si quedan frames, puede iniciar otro proceso.
- ☑ Si D crece, excediendo m, se elige un proceso para suspender, reasignándose sus frames...

Así, se mantiene alto el grado de multiprogramación optimizando el uso de la CPU.

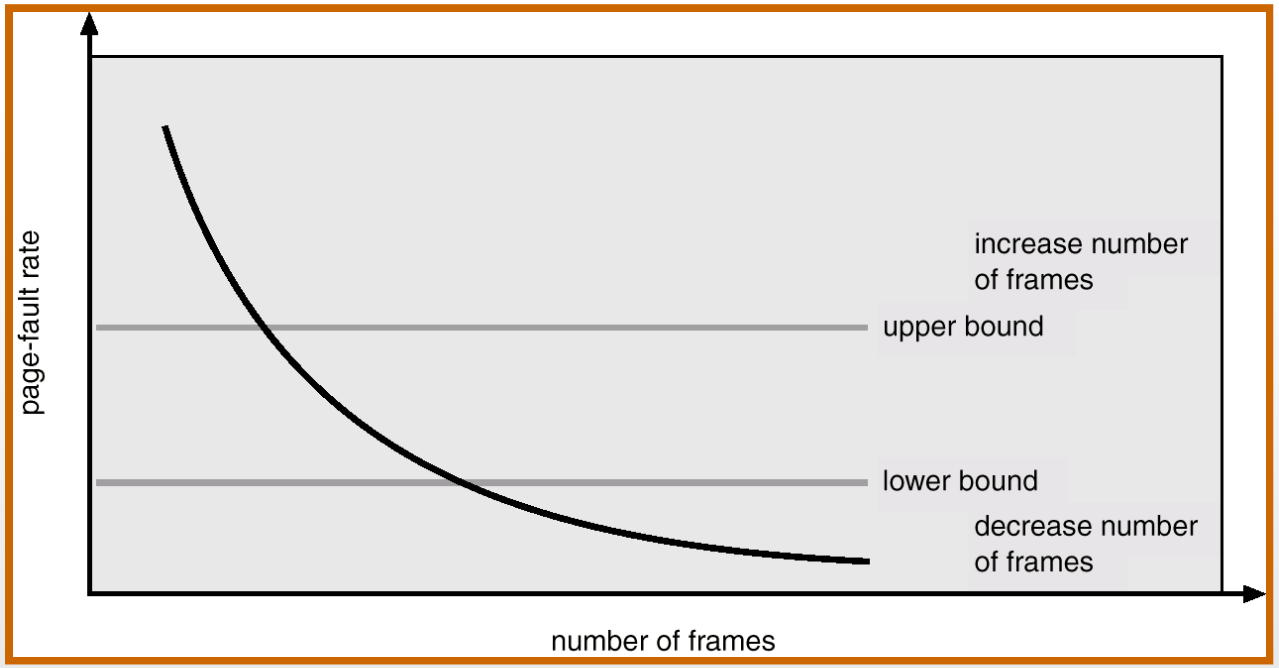
Problema del modelo del WS

- ☑ Mantener un registro de los WSS_i
- ☑ La ventana es móvil

Prevención del thrashing por PFF

- ☑ PFF: frecuencia de page faults
- ☑ PFF alta ⇒ se necesitan más frames
- ☑ PFF baja ⇒ los procesos tienen muchas frames asignados

Esquema de PFF



- Establecer tasa de PF aceptable
  - Si la tasa actual es baja, el proceso pierde frames
  - Si la tasa actual es alta, el proceso gana frames.

PFF (continuación)

- ☑ Establecer límites superior e inferior de las PFF's deseadas.
- ☑ Excede PFF máx. ⇒ le doy un frame más.
- ☑ Por debajo del PFF mínimo ⇒ le saco frame
- ☑ Puede llegar a suspender un proceso si no hay más frames. Sus frames se reasignan a procesos de alta PFF.

PFF y estructura de un programa

- **int A[][] = new int[1024][1024];**
- Cada fila se almacena en una página
- Programa 1

```
for (j = 0; j < A.length; j++)
    for (i = 0; i < A.length; i++)
        A[i,j] = 0;
```

  1024 x 1024 page faults

- Programa 2

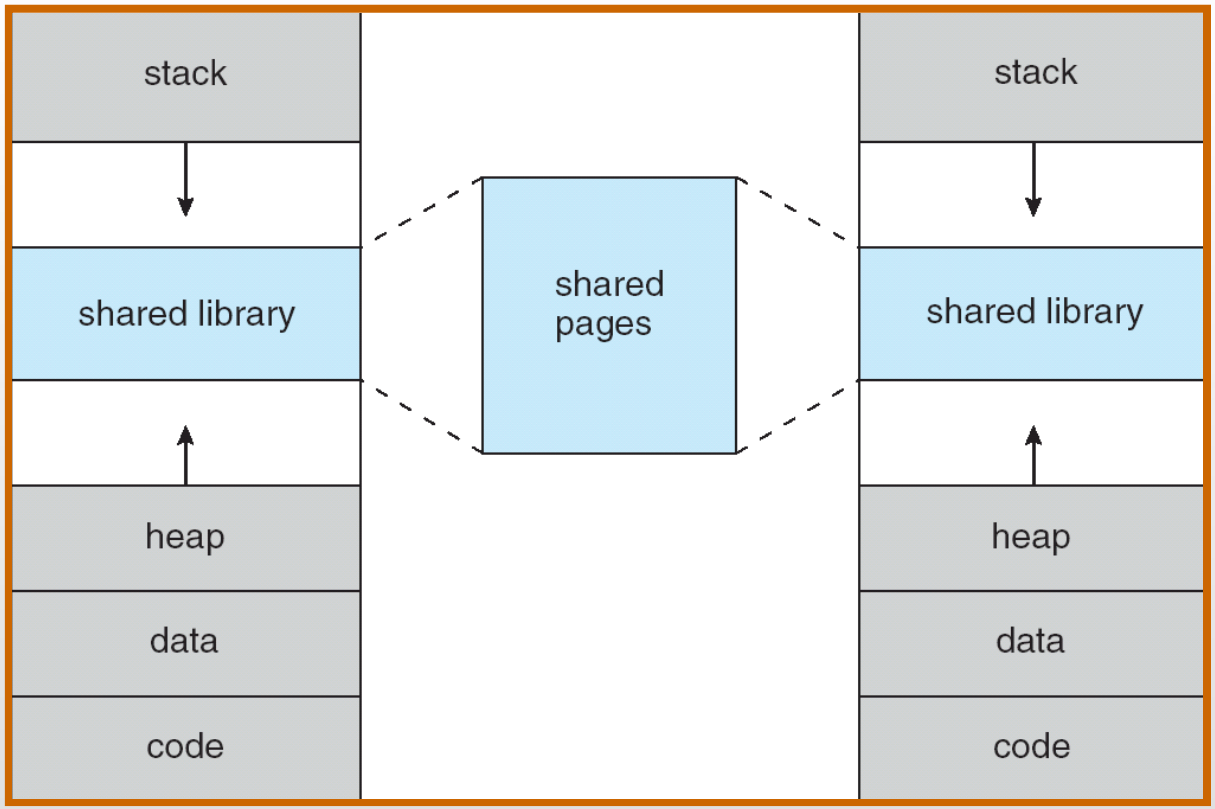
```
for (i = 0; i < A.length; i++)
    for (j = 0; j < A.length; j++)
        A[i,j] = 0;
```

  1024 page faults

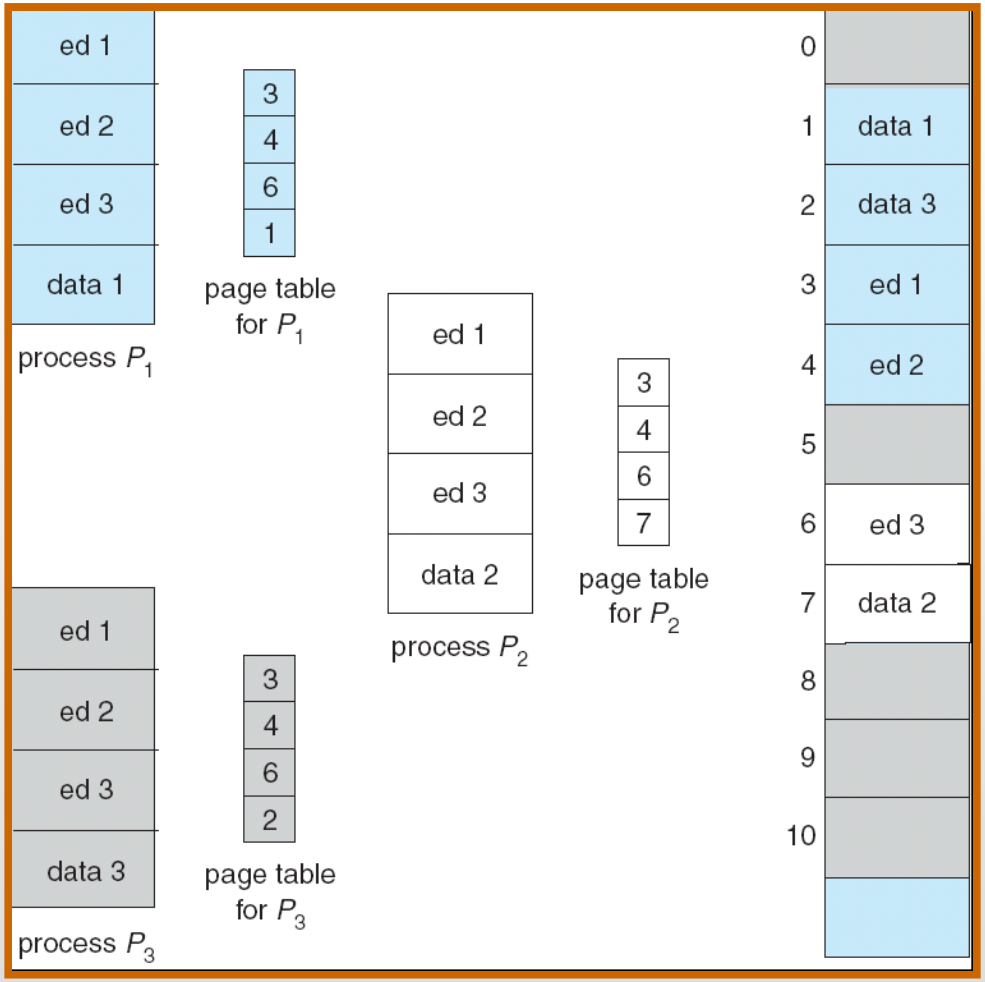
Memoria Compartida

- Gracias al uso de la tabla de páginas varios procesos pueden compartir un marco de memoria; para ello ese marco debe estar asociado a una página en la tabla de páginas de cada proceso
- El número de página asociado al marco puede ser diferente en cada proceso
- **Código compartido**
  - Los procesos comparten una copia de código reentrante de sólo lectura (ej., editores de texto, compiladores)
  - Los datos son privados a cada proceso y se encuentran en páginas no compartidas

Memoria Compartida (cont.)

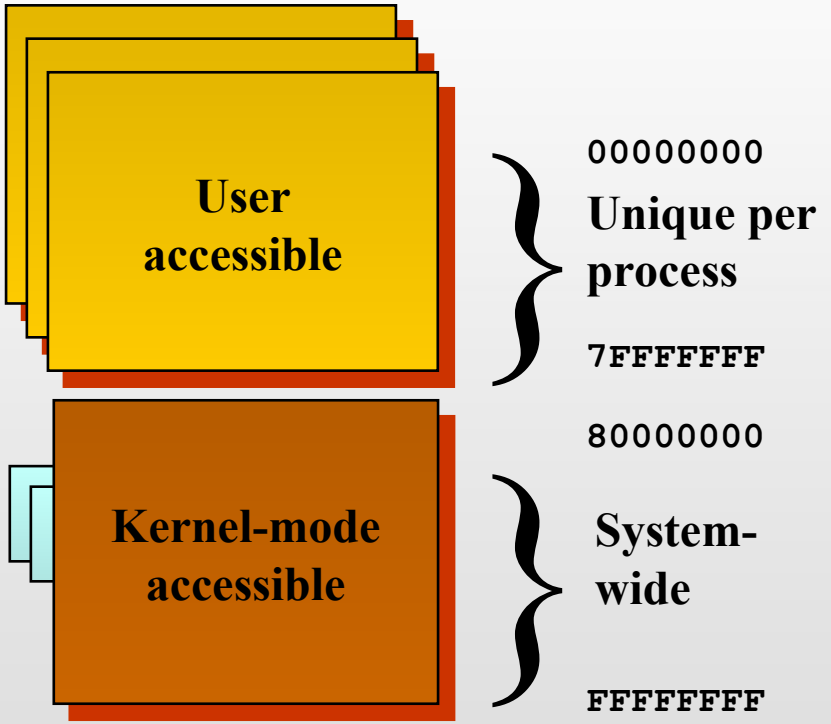


Memoria Compartida (cont.)

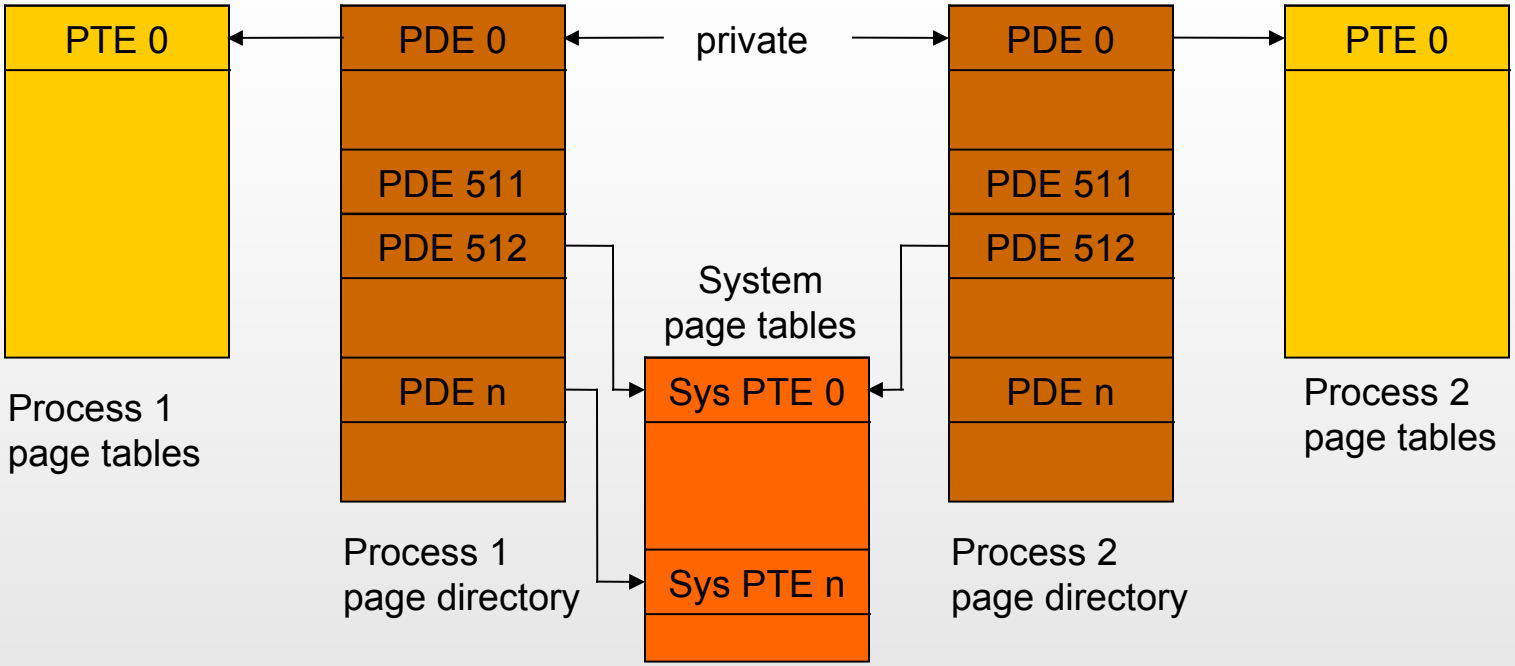


Memoria Compartida - Ej. Windows

- Process space contains:
  - The application you're running (.EXE and .DLLs)
  - All static storage defined by the application



Memoria Compartida – Ej. Windows (cont.)



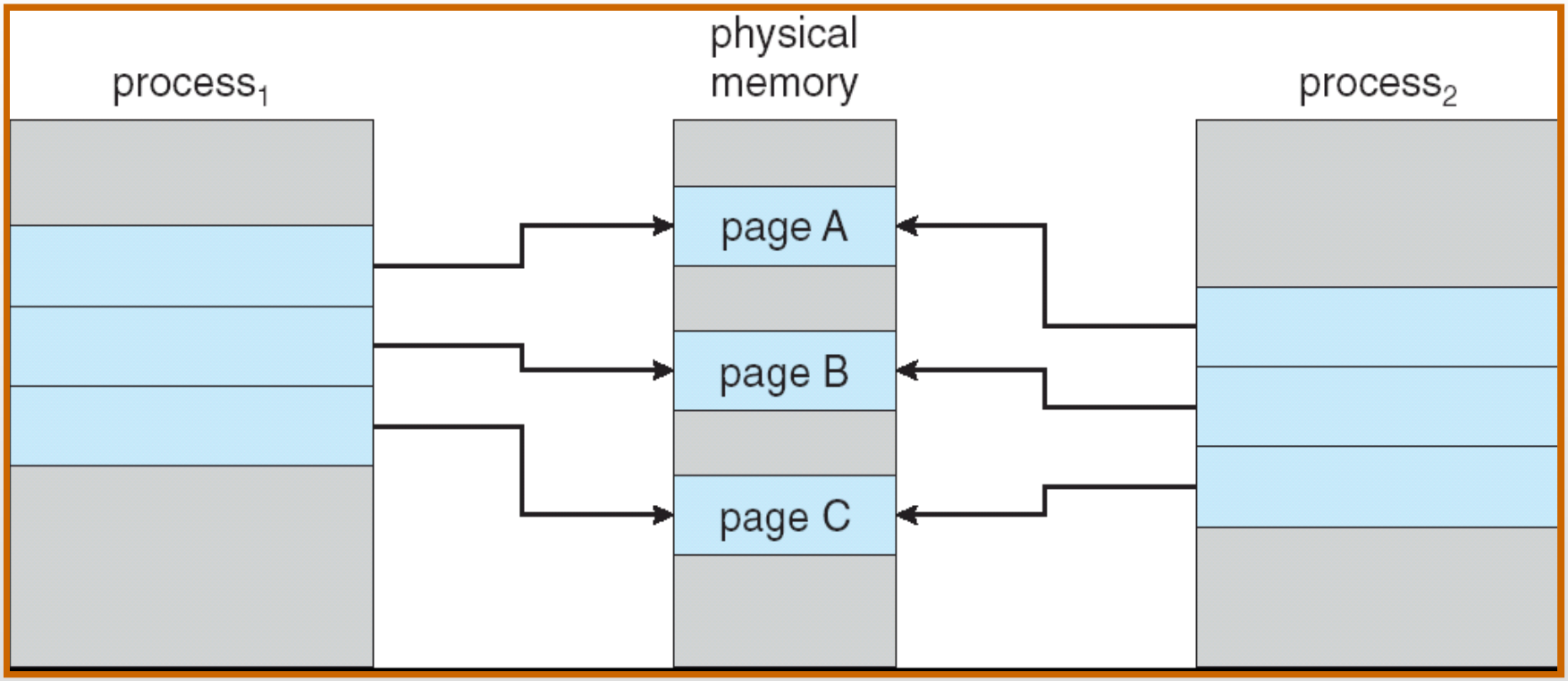
- ☑ On process creation, system space page directory entries point to existing system page tables

Copia en Escritura

- La copia en escritura (Copy-on-Write, COW) permite a los procesos padre e hijo compartir inicialmente las mismas páginas de memoria
  - Si uno de ellos modifica una página compartida la página es copiada
- COW permite crear procesos de forma más eficiente debido a que sólo las páginas modificadas son duplicadas

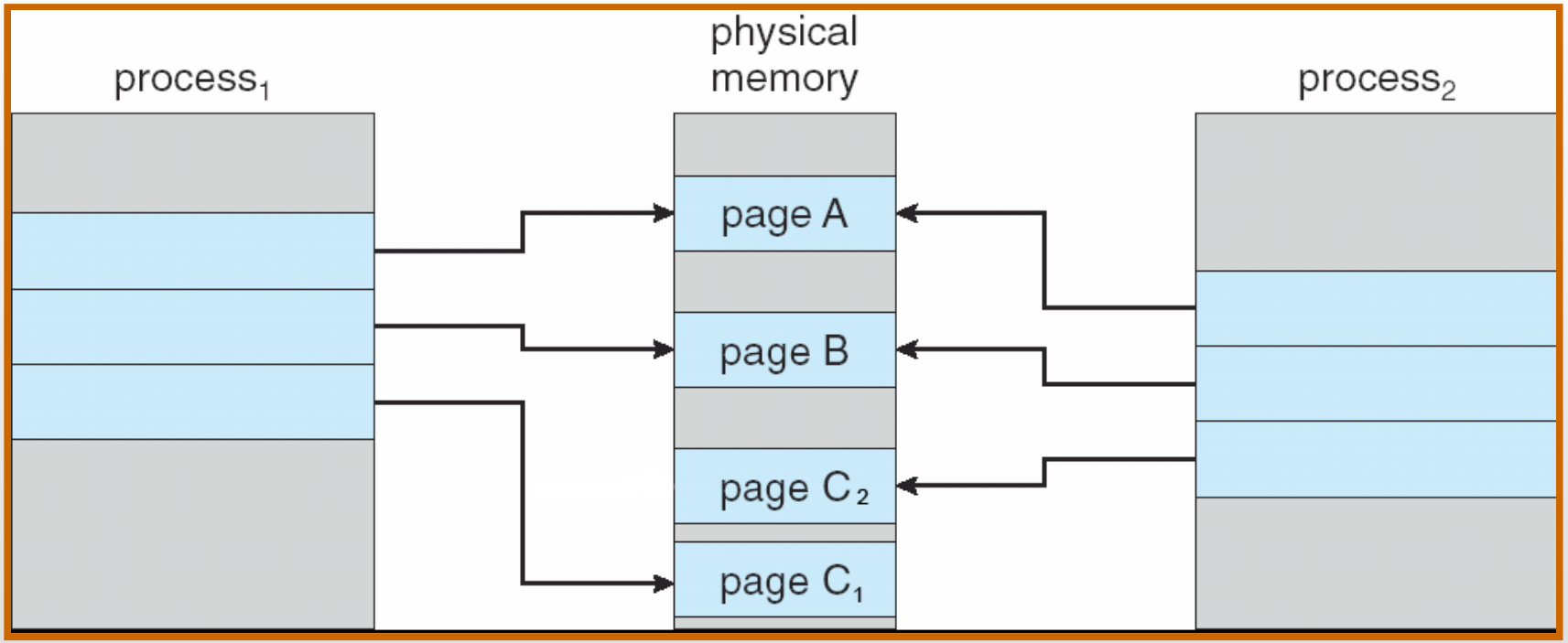
Copia en Escritura (cont.)

El Proceso 1 Modifica la Página C (Antes)



Copia en Escritura (cont.)

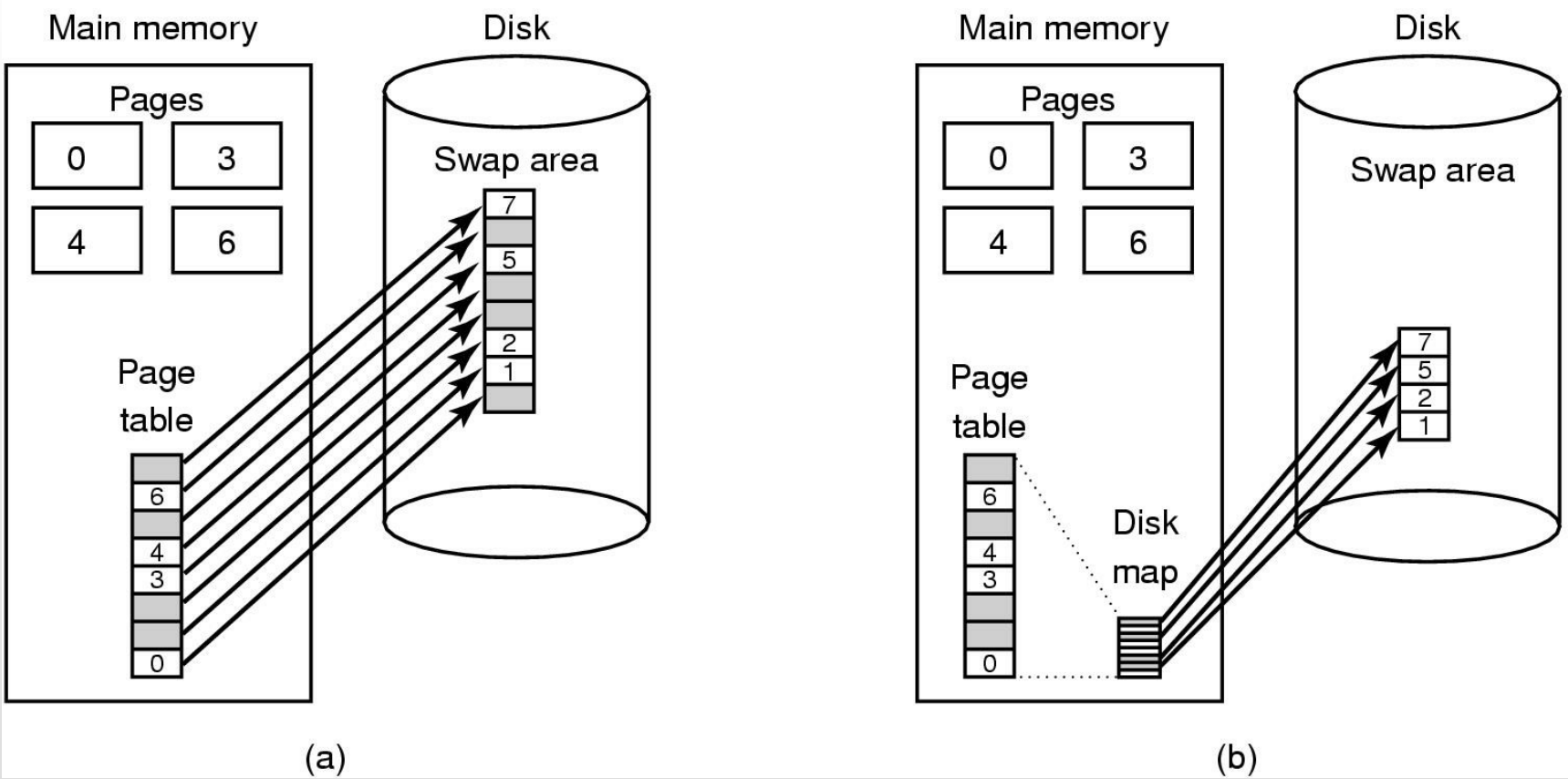
El Proceso 1 Modifica la Página C (Despues)



Área de Intercambio

- Sobre el Área utilizada
  - Área dedicada, separada del Sistema de Archivos (Por ejemplo, en Linux)
  - Un archivo dentro del Sistema de Archivos (Por ejemplo, Windows)
- Técnicas para la Administración:
  - Cada vez que se crea un proceso se reserva una zona del área de intercambio igual al tamaño de imagen del proceso. A cada proceso se le asigna la dirección en disco de su área de intercambio. La lectura se realiza sumando el número de página virtual a la dirección de comienzo del área asignada al proceso.
    - Si los datos y/o la pila pueden crecer, es mejor reservar zonas independientes. A cada zona se le asignan varios bloques.
  - No se asigna nada inicialmente. A cada página se le asigna su espacio en disco cuando se va a intercambiar, y el espacio se libera cuando la página vuelve a memoria. Problema: se debe llevar contabilidad en memoria (página a página) de la localización de las páginas en disco.

Área de Intercambio (cont.)



Área de Intercambio (cont.)

- Cuando una página no esta en memoria, sino en disco, como podemos saber en que parte del área de intercambio está?
  - Rta: El PTE de dicha pagina tiene el bit V=0 y todos los demás bits sin usar!

Área de Intercambio - Linux

- Permite definir un número predefinido de áreas de Swap
- swap_info es un arreglo que contiene estas estructuras

<linux/swap.h>

```
64 struct swap_info_struct {
65     unsigned int flags;
66     kdev_t swap_device;
67     spinlock_t sdev_lock;
68     struct dentry * swap_file;
69     struct vfsmount *swap_vfsmnt;
70     unsigned short * swap_map;
71     unsigned int lowest_bit;
72     unsigned int highest_bit;
73     unsigned int cluster_next;
74     unsigned int cluster_nr;
75     int prio;
76     int pages;
77     unsigned long max;
78     int next;
79 };
```

Área de Intercambio - Linux (cont.)

- Cada área es dividida en un número fijo de slots según el tamaño de la página
- Cuando una página es llevada a disco, Linux utiliza el PTE para almacenar 2 valores:
  - En número de área
  - El desplazamiento en el área (24 bits, lo que limita el tamaño máximo del área a 64 Gb)

Área de Intercambio - Linux (cont.)

Figure 17-6. Swap area data structures

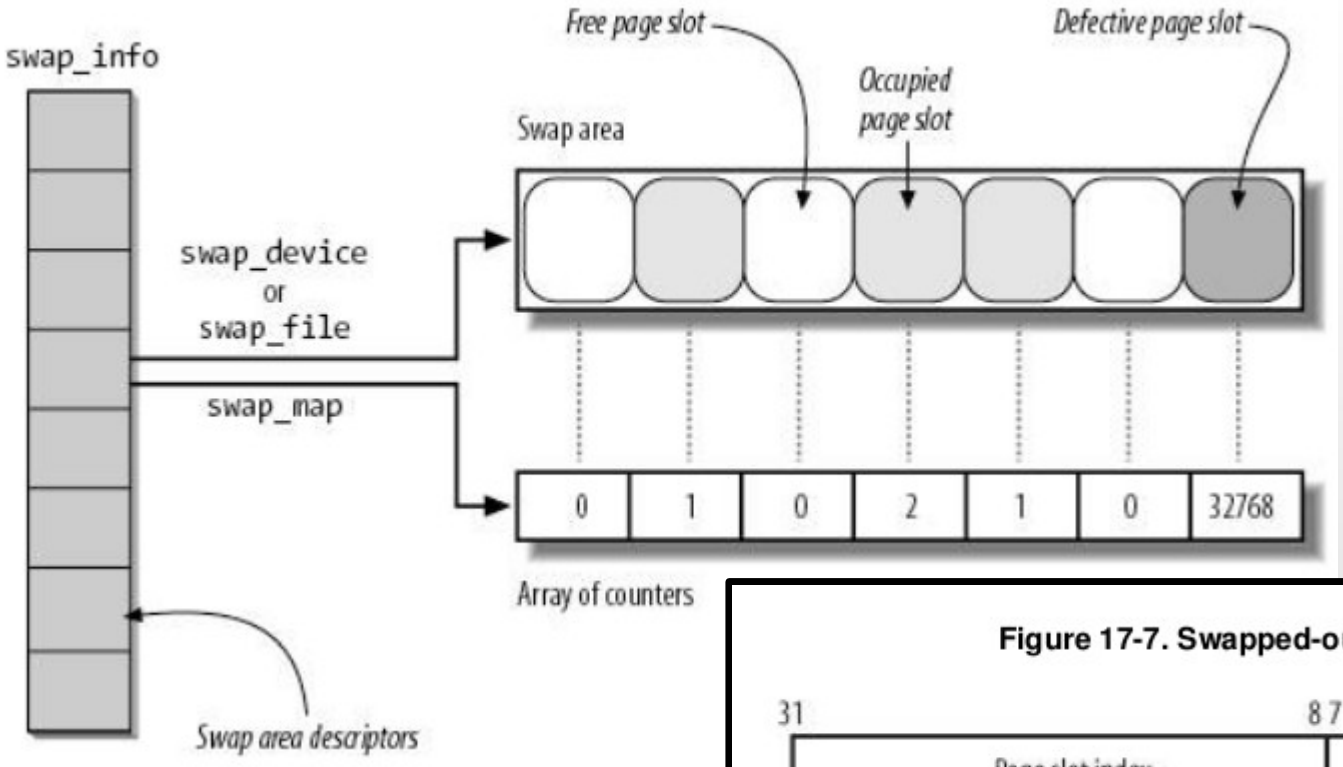
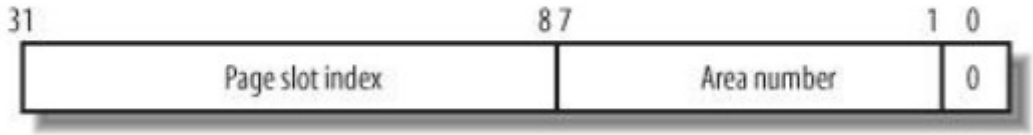


Figure 17-7. Swapped-out page identifier



Ref: Understanding the Linux Kernel http://ceata.org/~tct/resurse/utlk.pdf

Mapeo de Archivo en Memoria

- Técnica que permite a un proceso asociar el contenido de un archivo a una región de su espacio de direcciones virtuales
- El contenido del archivo no se sube a memoria hasta que se generan Page Faults
- El contenido de la pagina que genera el PF es obtenido desde el archivo asociado
  - No del área de intercambio

Mapeo de Archivo en Memoria (cont.)

- Cuando el proceso termina o el archivo se libera, las páginas modificadas son escritas en el archivo correspondiente
- Permite realizar E/S de una manera alternativa a usar operaciones directamente sobre el Sistema de Archivos
- Utilizado comúnmente para asociar librerías compartidas

Demonio de Paginación

- Proceso creado por el SO durante el arranque que apoya a la administración de la memoria
- Se ejecuta cuando el sistema tiene una baja utilización o algún parámetro de la memoria lo indica
  - Poca memoria libre
  - Mucha memoria modificada
- Tareas:
  - Limpia las páginas modificadas sincronizándolas con el swap
  - Reduce el tiempo de swap posteriormente ya que las páginas están “limpias”
  - Puede sincronizar varias páginas contiguas reduciendo el tiempo total de transferencia
  - Mantener el número de páginas libres en el sistema a un cierto número
  - No liberarlas del todo hasta que haga falta realmente

Demonio de Paginación - Ejemplos

- En Linux
  - Proceso “**kswapd**”
- En Windows
  - Proceso **“system”**