

# Administración de memoria

Pablo De Cristóforis

DC - FCEyN - UBA

Sistemas Operativos, 2c-2014

En un SO tenemos varios procesos compartiendo un recurso, la memoria, necesitamos algo que la administre...

En un SO tenemos varios procesos compartiendo un recurso, la memoria, necesitamos algo que la administre...

**Es la responsabilidad de la unidad de gestión de memoria (MMU)**

En un SO tenemos varios procesos compartiendo un recurso, la memoria, necesitamos algo que la administre...

## Es la responsabilidad de la unidad de gestión de memoria (MMU)

- Conocer qué sectores están ocupados y cuáles no (y con qué).

En un SO tenemos varios procesos compartiendo un recurso, la memoria, necesitamos algo que la administre...

## Es la responsabilidad de la unidad de gestión de memoria (MMU)

- Conocer qué sectores están ocupados y cuáles no (y con qué).
- Asignar y liberar memoria de cada proceso.

En un SO tenemos varios procesos compartiendo un recurso, la memoria, necesitamos algo que la administre...

## Es la responsabilidad de la unidad de gestión de memoria (MMU)

- Conocer qué sectores están ocupados y cuáles no (y con qué).
- Asignar y liberar memoria de cada proceso.
- Administrar los intercambios entre memoria principal y el disco cuando es necesario (swapping).

En un SO tenemos varios procesos compartiendo un recurso, la memoria, necesitamos algo que la administre...

## Es la responsabilidad de la unidad de gestión de memoria (MMU)

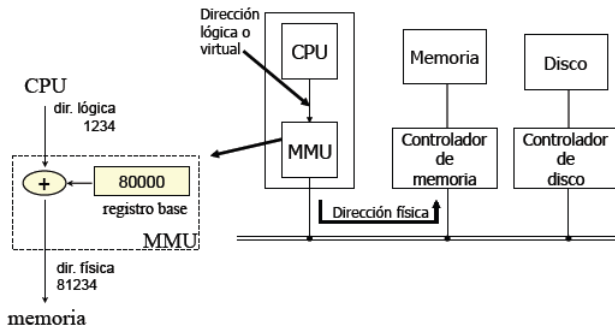
- Conocer qué sectores están ocupados y cuáles no (y con qué).
- Asignar y liberar memoria de cada proceso.
- Administrar los intercambios entre memoria principal y el disco cuando es necesario (swapping).
- Establecer la correspondencia entre las direcciones virtuales y las físicas.

- **Memoria física (ó real):** Define unívocamente un pedazo FÍSICO (palabra) en la memoria del sistema. Ej: La celda de memoria número 0xFEDEB070 está en la RAM del slot número 2.
- **Memoria lógica (ó virtual):** Representa un pedazo de información (palabra) disponible para el programa, puede o no estar en la memoria del sistema. Ej: Un puntero con el valor 0x42.

Nota: las direcciones lógicas pueden ser exactamentes las mismas que las físicas.



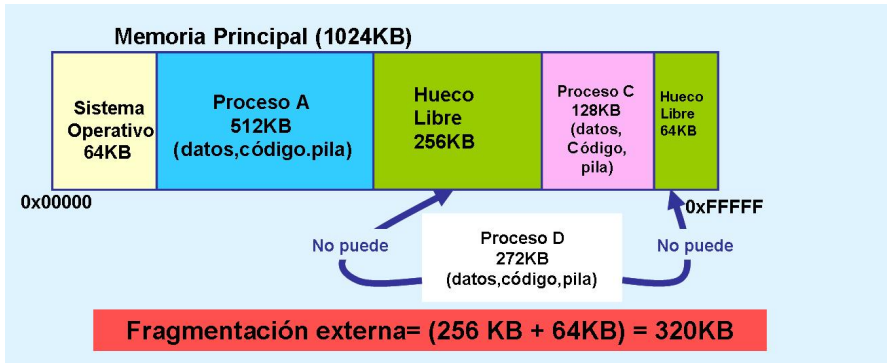
## Dirección de memoria física & dirección de memoria lógica



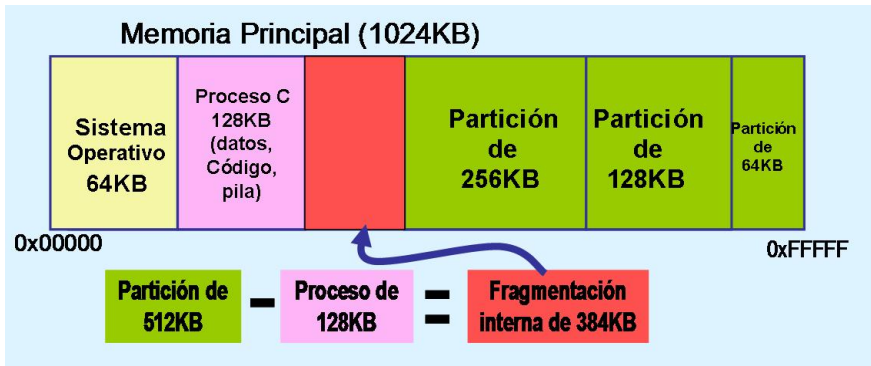
## Problemas que debe manejar la MMU

- **Reubicación** Traducir las direcciones lógicas en el código del programa a las direcciones físicas reales que contienen la información solicitada. Se soluciona confeccionando algún sistema que permita traducir de memoria lógica a memoria física.
- **Protección** Proteger a los procesos contra interferencias de otros procesos (ya sea accidentales como intencionadas).
- **Fragmentación** Debe manejar el espacio libre evitando la fragmentación. Tanto interna como externa.
- **Uso de la memoria compartida** como hace el sistema para que dos procesos hagan referencia a la misma dirección física de memoria.

## Fragmentación externa



## Fragmentación interna



## Capacidad de direccionamiento vs. capacidad de memoria

La capacidad de direccionamiento está relacionada con la cantidad de memoria que puede direccionar un sistema, y está determinada por dos factores:

- La cantidad de bits que se tienen para direccionar
- El tamaño de la unidad de direccionamiento

Ejemplo:

Si el direccionamiento de un sistema está dado por 24 bits, y la unidad de direccionamiento es a byte ¿Qué capacidad de direccionamiento tenemos?

## Capacidad de direccionamiento vs. capacidad de memoria

La capacidad de direccionamiento está relacionada con la cantidad de memoria que puede direccionar un sistema, y está determinada por dos factores:

- La cantidad de bits que se tienen para direccionar
- El tamaño de la unidad de direccionamiento

Ejemplo:

Si el direccionamiento de un sistema está dado por 24 bits, y la unidad de direccionamiento es a byte ¿Qué capacidad de direccionamiento tenemos?

$$2^{24}B = 16,777,216B = 16MB \text{ de memoria.}$$

## Capacidad de direccionamiento vs. capacidad de memoria

La capacidad de direccionamiento está relacionada con la cantidad de memoria que puede direccionar un sistema, y está determinada por dos factores:

- La cantidad de bits que se tienen para direccionar
- El tamaño de la unidad de direccionamiento

Ejemplo:

Si el direccionamiento de un sistema está dado por 24 bits, y la unidad de direccionamiento es a byte ¿Qué capacidad de direccionamiento tenemos?  
 $2^{24}B = 16,777,216B = 16MB$  de memoria.

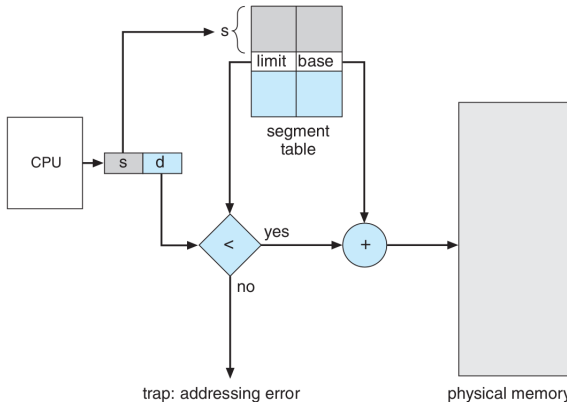
¿Y si la unidad de direccionamiento fuese a palabra (2 bytes)?

## Métodos para administrar la memoria

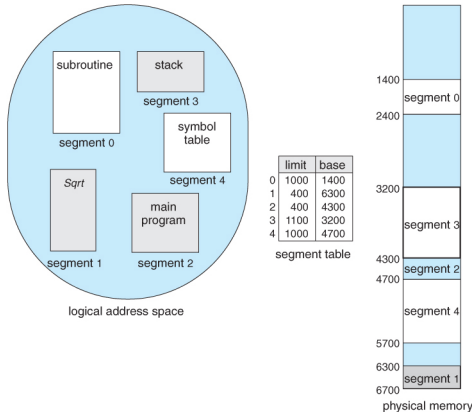
- Simple contigua
- Swapping (intercambio)
- Particiones estáticas
- Particiones dinámicas
- Particiones dinámicas con compactación
- Segmentación
- Paginación



## Segmentación



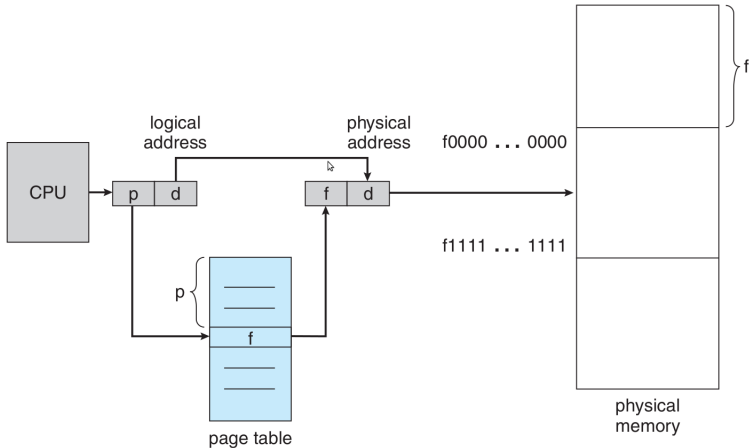
## Ejemplo de segmentación



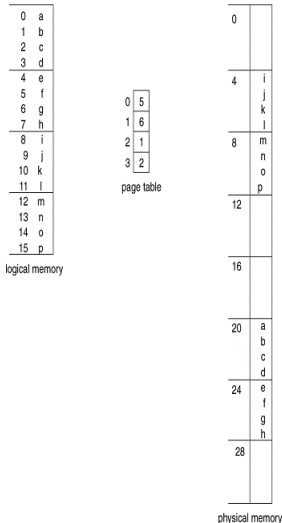
Ejemplo:

El segmento 2 tiene 400 bytes de longitud y comienza en la posición 4300. Por lo tanto, una referencia al byte 53 del segmento 2 se corresponderá con la posición 4353 (base + desplazamiento).

# Paginación



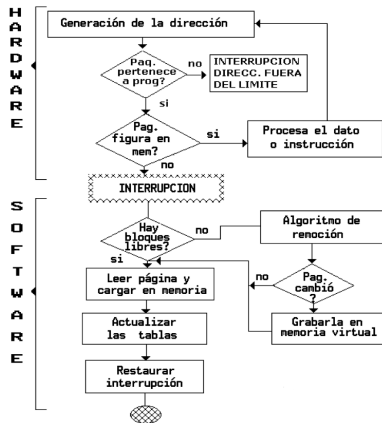
## Ejemplo de paginación



Ejemplo:

Si el tamaño de página es de 4 bytes y la memoria física es de 32 bytes (8 páginas), entonces la dirección lógica 0 representa la página 0, desplazamiento 0 y realizando la indexación en la tabla de páginas, vemos que la página 0 se encuentra en el marco 5. Por lo tanto, la dirección lógica 0 se va a corresponder con la dirección física 20 ( $5 \times 4 + 0$ ).

## Algoritmo de paginación



En aquellos casos en los cuales la memoria se divide en bloques:

Algoritmos de elección de bloque libre

- First fit
- Best fit
- Worst fit
- ...

Algoritmos de remoción:

- FIFO
- Segunda oportunidad
- LRU
- ...

¿Preguntas?

¿Cuáles de los siguientes manejadores de memoria producen fragmentación?  
¿De qué tipo?

- Simple contigua
- Particiones estáticas
- Particiones dinámicas sin compactación
- Particiones dinámicas con compactación
- Segmentación
- Paginación



Se tiene un sistema con 32MB de RAM, que direcciona a byte y utiliza paginación, con páginas de 4KB.

- ¿Cuántos bits son necesarios para direccionar toda la memoria?
- ¿Cuántos bits se necesitan para direccionar las páginas?
- ¿Y para el offset dentro de una página?

De los datos anteriores vemos que utilizamos:  $\frac{32MB}{4KB} = \frac{32768KB}{4KB} = 8192$  páginas

Luego, para direccionar las 8192 páginas, hacen falta 13 bits.

Cada página cuenta con 4096 bytes, que se desean poder direccionar, por ende es necesario contar con 12 bits para direccionar el offset dentro de una página.

Entonces, necesitamos de 25 bits para poder direccionar toda la memoria.

Se tiene un sistema con 65536 bytes de RAM, divididos en páginas de 4096 bytes, que implementa memoria virtual mediante paginación.  
El espacio de direcciones lógicas es de 64 páginas.

- ¿Cuántos bits tiene una dirección lógica?
- ¿Cuántos bits tiene una dirección física?
- ¿Cómo se pasa de una dirección lógica a una dirección física?

Se tiene un sistema con 65536 bytes de RAM, divididos en páginas de 4096 bytes, que implementa memoria virtual mediante paginación.

El espacio de direcciones lógicas es de 64 páginas.

¿Cuántos bits tiene una dirección lógica?

Se tiene un sistema con 65536 bytes de RAM, divididos en páginas de 4096 bytes, que implementa memoria virtual mediante paginación.

El espacio de direcciones lógicas es de 64 páginas.

¿Cuántos bits tiene una dirección lógica?

El sistema cuenta lógicamente con 64 páginas de 4096 bytes cada una.

Luego, es necesario contar con 6 bits para direccionar la página y otros 12 bits para direccionar el offset dentro de la página.

Por ende, una dirección lógica tiene 18 bits

Se tiene un sistema con 65536 bytes de RAM, divididos en páginas de 4096 bytes, que implementa memoria virtual mediante paginación.

El espacio de direcciones lógicas es de 64 páginas.

¿Cuántos bits tiene una dirección física?

Se tiene un sistema con 65536 bytes de RAM, divididos en páginas de 4096 bytes, que implementa memoria virtual mediante paginación.

El espacio de direcciones lógicas es de 64 páginas.

¿Cuántos bits tiene una dirección física?

Contamos con 65536 bytes de memoria RAM divididos en páginas de 4096 bytes, lo cual nos deja 16 páginas físicas.

Luego, necesitamos de 4 bits para direccionar la página más 12 bits para direccionar el offset dentro de la misma. O sea que una dirección física tiene 16 bits.

Sea la siguiente secuencia de referencias a páginas:

1, 3, 2, 4, 6, 5, 7, 4, 8, 5, 8, 4, 4

¿Cuántos fallos de página se producirán, suponiendo que se tienen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 o 8 frames, con los siguientes algoritmos de reemplazo?

- LRU
- FIFO

NOTA: Al comenzar los frames se encuentran vacíos, por lo que la primer referencia a una página siempre genera un fallo de página.



[illegible]

## LRU, con 1 frame

|              |          |          |          |          |          |          |          |   |          |   |   |   |   |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|----------|---|---|---|---|
| Ref. pág.:   | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7        | 4 | 8        | 5 | 8 | 4 | 4 |
|              | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7        | 4 | 8        | 5 | 8 | 4 | 4 |
|              |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7 | 4        | 8 | 5 | 8 | 8 |
|              |          |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5 | 7        | 4 | 4 | 5 | 5 |
|              |          |          |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6 | 5        | 7 | 7 | 7 | 7 |
|              |          |          |          |          | 1        | 3        | 2        | 2 | 6        | 6 | 6 | 6 | 6 |
|              |          |          |          |          |          | 1        | 3        | 3 | 2        | 2 | 2 | 2 | 2 |
|              |          |          |          |          |          |          | 1        | 1 | 3        | 3 | 3 | 3 | 3 |
|              |          |          |          |          |          |          |          |   | 1        | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fallos pág.: | P        | P        | P        | P        | P        | P        | P        | P | P        | P | P | P |   |
| Distancia:   | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | 4 | $\infty$ | 4 | 2 | 3 | 1 |

## LRU, con 2 frames

|              |          |          |          |          |          |          |          |   |          |   |   |   |   |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|----------|---|---|---|---|
| Ref. pág.:   | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7        | 4 | 8        | 5 | 8 | 4 | 4 |
|              | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7        | 4 | 8        | 5 | 8 | 4 | 4 |
|              |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7 | 4        | 8 | 5 | 8 | 8 |
|              |          |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5 | 7        | 4 | 4 | 5 | 5 |
|              |          |          |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6 | 5        | 7 | 7 | 7 | 7 |
|              |          |          |          |          | 1        | 3        | 2        | 2 | 6        | 6 | 6 | 6 | 6 |
|              |          |          |          |          |          | 1        | 3        | 3 | 2        | 2 | 2 | 2 | 2 |
|              |          |          |          |          |          |          | 1        | 1 | 3        | 3 | 3 | 3 | 3 |
|              |          |          |          |          |          |          |          |   | 1        | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fallos pág.: | P        | P        | P        | P        | P        | P        | P        | P | P        | P |   | P |   |
| Distancia:   | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | 4 | $\infty$ | 4 | 2 | 3 | 1 |

## LRU, con 3 frames

|              |          |          |          |          |          |          |          |   |          |   |   |   |   |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|----------|---|---|---|---|
| Ref. pag.:   | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7        | 4 | 8        | 5 | 8 | 4 | 4 |
|              | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7        | 4 | 8        | 5 | 8 | 4 | 4 |
|              |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7 | 4        | 8 | 5 | 8 | 8 |
|              |          |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5 | 7        | 4 | 4 | 5 | 5 |
|              |          |          |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6 | 5        | 7 | 7 | 7 | 7 |
|              |          |          |          |          | 1        | 3        | 2        | 2 | 6        | 6 | 6 | 6 | 6 |
|              |          |          |          |          |          | 1        | 3        | 3 | 2        | 2 | 2 | 2 | 2 |
|              |          |          |          |          |          |          | 1        | 1 | 3        | 3 | 3 | 3 | 3 |
|              |          |          |          |          |          |          |          |   | 1        | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fallos pag.: | P        | P        | P        | P        | P        | P        | P        | P | P        | P |   |   |   |
| Distancia:   | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | 4 | $\infty$ | 4 | 2 | 3 | 1 |

## LRU, con 4 frames

|              |          |          |          |          |          |          |          |   |          |   |   |   |   |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|----------|---|---|---|---|
| Ref. pág.:   | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7        | 4 | 8        | 5 | 8 | 4 | 4 |
|              | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7        | 4 | 8        | 5 | 8 | 4 | 4 |
|              |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5        | 7 | 4        | 8 | 5 | 8 | 8 |
|              |          |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6        | 5 | 7        | 4 | 4 | 5 | 5 |
|              |          |          |          | 1        | 3        | 2        | 4        | 6 | 5        | 7 | 7 | 7 | 7 |
|              |          |          |          |          | 1        | 3        | 2        | 2 | 6        | 6 | 6 | 6 | 6 |
|              |          |          |          |          |          | 1        | 3        | 3 | 2        | 2 | 2 | 2 | 2 |
|              |          |          |          |          |          |          | 1        | 1 | 3        | 3 | 3 | 3 | 3 |
|              |          |          |          |          |          |          |          |   | 1        | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fallos pág.: | P        | P        | P        | P        | P        | P        | P        |   | P        |   |   |   |   |
| Distancia:   | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | $\infty$ | 4 | $\infty$ | 4 | 2 | 3 | 1 |

En este ejercicio en particular, ¿se puede continuar reduciendo la cantidad fallos de página si se aumenta la cantidad de frames?

Les queda a ustedes analizar qué pasa si se usa FIFO.

Temas que no se ejercitaron y si deberían entender: copy-on-write, TLB, thrashing.



Hagan los ejercicios de la Práctica 4!