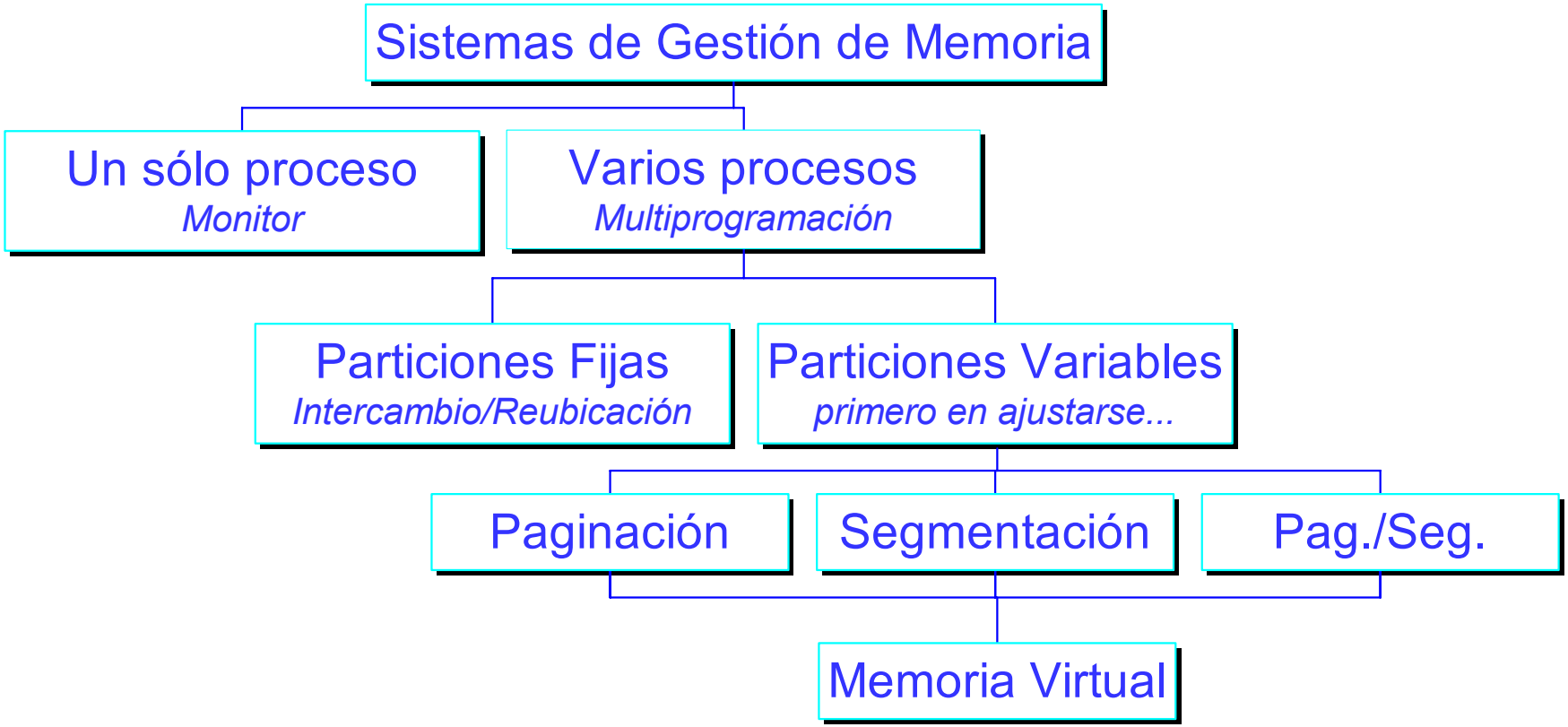
Gestión de la Memoria

Dra. Carolina Mañoso
Dpto. Informática y Automática.UNED

Introducción (1/2)

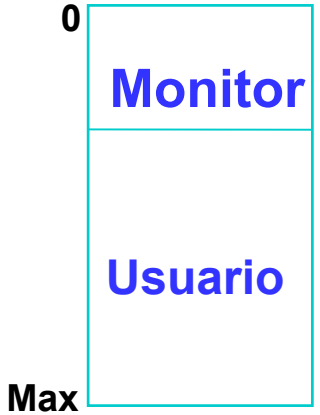
- Para que un proceso esté preparado para ejecución debe estar cargado en memoria principal
- **La misión del gestor de memoria** es la asignación de memoria principal a los procesos que la soliciten
- El espacio vacante se puede utilizar para cargar procesos que están ya preparados para su ejecución, de forma que el planificador esté en mejores condiciones de preparar las tareas que se van a ejecutar

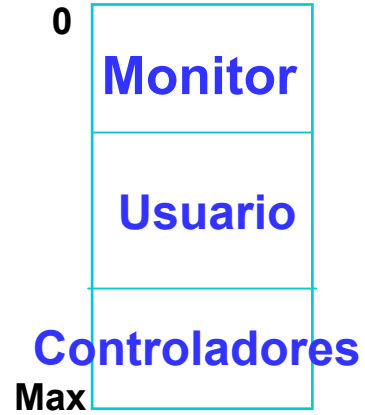
Introducción (2/2)



Gestión de memoria de un solo proceso

- Sin gestión de Memoria: El usuario se encuentra con la máquina desnuda y tiene un control completo sobre el espacio total de la memoria (hasta los 60)
- La memoria esta dividida en dos secciones:
  - Una está asignada permanentemente a la parte del s.o. que debe estar residente en memoria o monitor
  - La otra se asigna a los llamados procesos transitorios, que son cargados y ejecutados uno cada vez, en respuesta a órdenes de usuario
  - La memoria esta dividida en tres secciones:
  - La parte inferior (en RAM) está asignada al s.o.
  - La parte central al único programa del usuario
  - La parte superior (en ROM, (BIOS)) a los controladores de dispositivos





Multiprogramación

- **Multiprogramación**: permite el entrelazado y el solapamiento de la ejecución de más de un programa de forma que se mantenga del modo más ocupado posible todos los recursos

Se utiliza el término *multitarea* para referirse a la capacidad que tienen los s.o. de ejecutar de forma simultánea varios procesos. El término *multiprogramación* es más general pues incluye además de la posibilidad de multitarea, la capacidad de gestión de memoria y de los ficheros

Particiones fijas (1/3)

- Consiste en divisiones de memoria que se efectúan en algún momento antes de ejecutar los programas de usuario y permanecen fijas desde entonces
- El número de particiones distintas determina el grado de multiprogramación
- Problema: la **fragmentación interna** o memoria desaprovechada dentro de una partición

Particiones fijas (2/3)

- Una vez definidas las particiones, el s.o. necesita llevar la cuenta de sus estados, libre o en uso para propósitos de asignación
- El estado y los atributos de las particiones se recogen en una estructura de datos llamada **tabla de descripción de particiones (TDP)**.
- Cada partición está descrita por su dirección inicial base), su tamaño y su estado. Los campos de la base y tamaño son fijos

Particiones fijas (3/3)

- Otra organización posible es asignar una cola de tareas a cada partición en memoria y las tareas se incluyen en la cola de la partición de memoria correspondiente a sus exigencias de memoria

- Estrategias de asignación de particiones:
  - Primer ajuste
  - Mejor ajuste

Intercambio o sawpping (1/2)

- Corresponde a las operaciones de eliminar de memoria principal los procesos suspendidos, llevarlos al disco y cargar del disco a la memoria principal procesos para su ejecución

- Las funciones a realizar son:
  - La selección de los procesos que hay que eliminar de la memoria principal
  - La selección de los procesos que hay que cargar en memoria principal
  - La asignación y gestión del espacio de intercambio

Intercambio o sawpping (2/2)

- El intercambiador efectúa la mayoría de las funciones del planificador a medio plazo
- Se corre el peligro del **trasiego o thrashing** provocado por la retirada repetida de procesos de memoria casi inmediatamente después de ser cargados en la memoria
- Hay que disponer de un **archivo de intercambio** para almacenar la imagen dinámica del proceso retirado, así se puede tener:
  - Archivo de intercambio global del sistema
  - Archivos de intercambio dedicados, uno por cada proceso

Reubicación

- Se refiere a la capacidad de cargar y ejecutar un programa determinado en una posición arbitraria de memoria, en contraposición a un número fijo de posiciones especificadas en el momento de la traducción del programa

- Dependiendo de cuándo y cómo tenga lugar la traducción del espacio de direcciones virtuales al espacio de direcciones
  - Estática
  - Dinámica: se implementa mediante **registros base** especializados

Protección

- En sistemas que utilizan registros base para la reubicación es habitual utilizar **registros límite** para la protección

- Los valores base y límite de cada proceso se guardan en su BCP

- Otro método de protección es registrar los derechos de acceso en la propia memoria, asociando unos cuantos bits de protección con grandes bloques de memoria llamados **clave**

Fragmentación de Memoria

- Existen dos tipos de desaprovechamiento de la memoria:
  - Fragmentación interna: consiste en aquella parte de la memoria que no se está usando porque es interna a una partición asignada a una tarea
  - Fragmentación externa: ocurre cuando una partición disponible no se emplea porque es muy pequeña para cualquiera de las tareas que esperan
- La selección de los tamaños de las particiones es un compromiso entre estos dos casos de fragmentación

Ejercicio 1

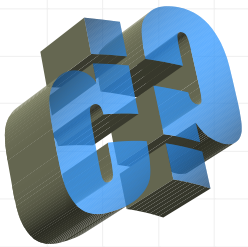
Práctica de particiones fijas

Considerar un sistema con intercambio, en el que la memoria posee particiones libres de tamaño fijo: 1000Kb, 400Kb, 1800Kb, 700Kb, 900Kb, 1200Kb y 1500Kb. Estos huecos están dispuestos en el orden dado. Se tienen tres procesos de tamaños 1200Kb, 1000Kb y 900Kb. Para los algoritmos:

- Primero en ajustarse
- Mejor en ajustarse
- Peor en ajustarse
- Siguiente en ajustarse

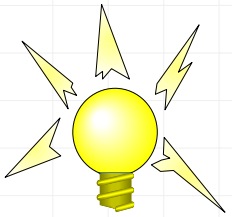
a) ¿Qué huecos serán asignados?

b) ¿Qué algoritmo aprovecha mejor la memoria?



Solución 1 (1/4)

Práctica de particiones fijas



a) Para *el algoritmo primero en ajustarse*:

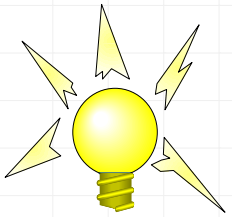
Segmento	Hueco asignado	Fragmentación
1200Kb	1800	600
1000Kb	1000	0
900Kb	900	0

Para *el algoritmo mejor ajustarse*:

Segmento	Hueco asignado	Fragmentación
1200Kb	1200	0
1000Kb	1000	0
900Kb	900	0

Solución 1 (2/4)

Práctica de particiones fijas



Para *el algoritmo peor en ajustarse*:

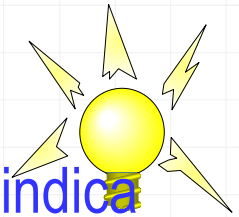
Segmento	Hueco asignado	Fragmentación
1200Kb	1800	600
1000Kb	1500	500
900Kb	1200	300

Para *el algoritmo siguiente en ajustarse*:

Segmento	Hueco asignado	Fragmentación
1200Kb	1800	600
1000Kb	1200	200
900Kb	1500	600

Solución 1 (3/4)

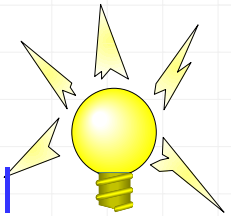
Práctica de particiones fijas



Si el sistema de gestión de memoria es de particiones **fijas** (como indica el enunciado) el problema es la fragmentación interna. En este caso el algoritmo que mejor aprovecha la memoria es el *mejor en ajustarse* dado que la fragmentación interna es nula, después el algoritmo *primero en ajustarse* con fragmentación interna de 600 y finalmente los otros dos que producen una fragmentación interna de 1400

Solución 1 (4/4)

Práctica de particiones fijas



Sin embargo, si las particiones libres dadas se corresponden con el estado de la memoria en un instante dado de una **gestión de memoria con particiones variables** entonces se estará hablando de fragmentación externa que en esta caso no tiene lugar, dado que los nuevos bloques libres son lo suficientemente grandes para alojar a otros procesos que vengan posteriormente.

En cualquier caso y a la vista de estos resultados se puede concluir que el algoritmo que mejor aprovecha la memoria es el *mejor en ajustarse* porque se ajusta exactamente a los bloques libres dados y esto impide que se creen bloques pequeños no utilizables como era de esperar en este tipo de algoritmo

Particiones dinámicas (1/2)

- Cuando se pide que se cargue una imagen de un proceso en memoria, el módulo de gestión intenta crear una partición adecuada que asignar al proceso en cuestión, para ello es preciso localizar un área libre de memoria que sea igual o mayor que el proceso, si es así se fabrica la partición

- La gestión de la memoria con particiones libres plantea el problema de mantenimiento de un registro de particiones libres y ocupadas que sea eficiente, tanto en tiempo para la asignación como para el aprovechamiento de la memoria. Formas de mantener este registro:
  - Mapa de bits
  - Listas enlazadas para las particiones libres y asignadas
  - El sistema de los asociados

Particiones dinámicas (2/2)

- Los algoritmos más habituales para la selección de un área libre de memoria a la hora de la creación de una partición son:
  - Primer ajuste
  - Siguiente ajuste
  - Mejor ajuste
  - Peor ajuste
- Problema la fragmentación externa o memoria desaprovechada entre particiones
- La diferencia esencial con la gestión estática, es que las entradas a la TDP se utilizan sólo para definición de las particiones creadas y asignadas y las áreas libres se describen en la lista de memoria libre

Compactación

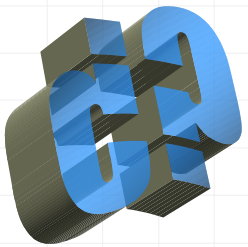
- Si la memoria resulta seriamente fragmentada, la única salida posible es reubicar algunas o todas las particiones en un extremo de la memoria y así combinar los huecos para formar una única área libre grande a este proceso se le llama compactación

- Como los procesos afectados deben de ser suspendidos y copiados realmente de un área de memoria a otra, es importante decidir cuando debe realizarse la compactación

Ejercicio 2

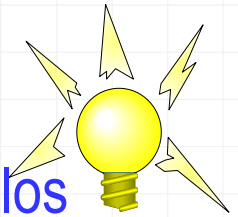
Práctica de compactación

Calcular el porcentaje de tiempo de UCP utilizado para la compactación de la memoria en una máquina de 1Mb de memoria. La compactación se hace cada 0,5 seg. y se tarda 300 nseg. en copiar un byte. Los espacios desaprovechados en promedio son del 50% del tamaño de los bloques



Solución 2 (1/2)

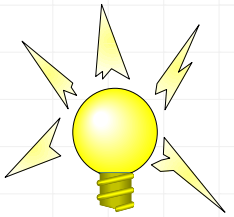
Práctica de compactación



Se entiende por *compactación* la técnica que permite mover todos los procesos hacia la parte inferior (o superior) de la memoria de forma que es posible combinar todos los bloques libres en uno grande. Con esta técnica se palía el problema de la fragmentación externa de algunos sistemas de gestión de memoria. La cuestión que se resuelve es la siguiente: La memoria que debe ser asignada a un proceso nuevo en particular debe ser contigua, pero la memoria libre disponible se halla dispersa debido a la fragmentación externa por lo que no se puede usar. En cualquier caso la solución de la compactación resulta ser un método de muy alto coste

Solución 2 (2/2)

Práctica de compactación



El espacio desaprovechado es del 50%, ello indica que se deben trasladar a un extremo de la memoria el 50% de la misma, es decir 0,5Mb. Por lo tanto, el número de bytes que se debe trasladar es:

$$M = (1024 \times 1024) \times 0{,}5 = 524288 \text{ bytes}$$

El tiempo total para el traslado es:

$$T_{CPU} = 524288 \times 300.10^{-9} = 0{,}1573 \text{ seg}$$

Si cada 0,5 seg se pasa 0,1573 seg compactando, entonces cada 1 seg estará 0,3146 seg, por lo que el 31,46% del tiempo de CPU se está desaprovechado en tiempos de compactación. Obsérvese el elevado tiempo que se utiliza para las tareas de compactación como se comentaba al inicio del problema

Paginación (1/4)

- Se suprime el requisito de la asignación contigua de memoria física a un programa
- La memoria física se divide conceptualmente en una serie de porciones de tamaño fijo, llamadas **marcos de página**
- El espacio de direcciones virtuales de un proceso se divide además en bloques de tamaño fijo del mismo tamaño llamados **páginas**
- La asignación de memoria consiste en hallar un número suficiente de marcos de página sin utilizar para cargar en ellos las páginas del proceso solicitante

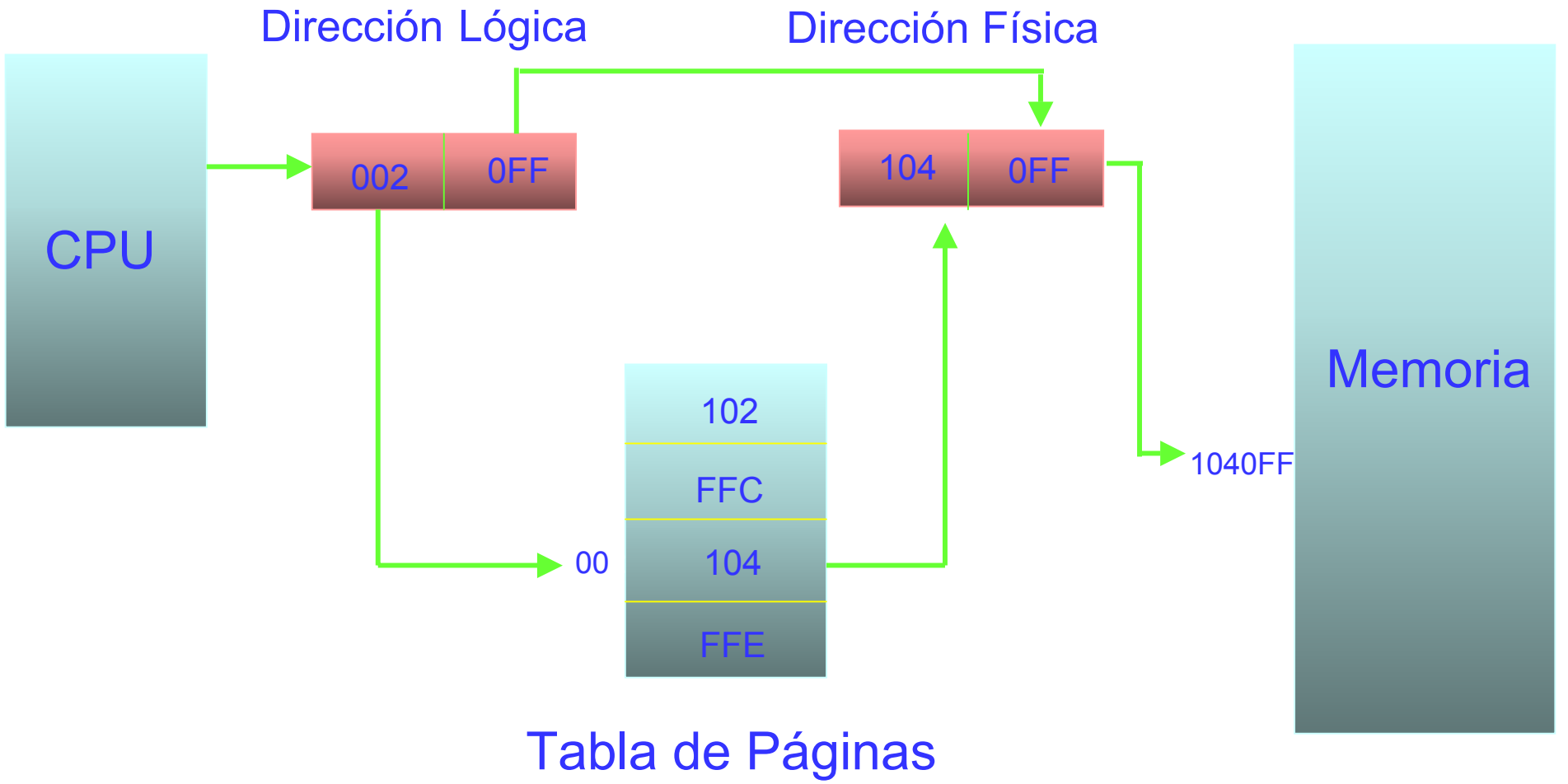
Paginación (2/4)

- Puesto que cada página se hace corresponder separadamente, los diferentes marcos de página asignados a un solo proceso no necesitan ocupar áreas contiguas de memoria física

- Cada dirección virtual esta dividida en dos partes:
  - El número de página
  - El desplazamiento dentro de esa página

- Para efectuar la traducción de las direcciones, el número de página se emplea como un índice en la tabla de páginas y la dirección física se

Paginación (3/4)



Paginación (4/4)

- Si el tamaño de un proceso dado no es múltiplo entero del tamaño de la página, el último marco de página puede estar parcialmente inutilizado, esto se llama **fragmentación o ruptura de página**

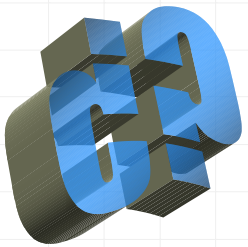
- Para acelerar el proceso de traducción de direcciones:
  - La utilización de registros específicos para la tabla de páginas es adecuada si la tabla de páginas es pequeña.
  - Un método comúnmente utilizado es utilizar una memoria asociativa de alta velocidad para almacenar un subconjunto de las entradas de la tabla del mapa de páginas más frecuentemente utilizadas. Esta memoria se denomina ***buffer* para apartado de traducciones (BAT)**

Ejercicio 3 (1/2)

Práctica de paginación

Supóngase que la tabla de páginas de un proceso que se está ejecutando en el procesador es:

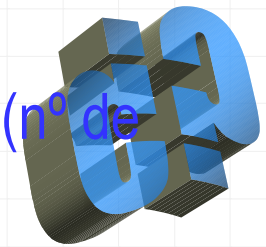
Nº de Pág.	Nº de Marco de Pág.	R	M	V
0	4	1	0	1
1	7	1	1	1
2	---	0	0	0
3	2	0	0	1
4	---	0	0	0
5	0	0	1	1



Ejercicio 3 (2/2)

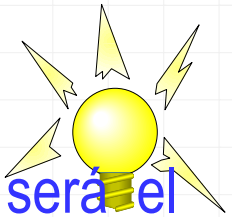
Práctica de paginación

R: es el bit de referencia. R=1 (la página ha sido referenciada)
M: es el bit de modificación. M=1 (la página ha sido modificada)
V: es el bit de Presente/ausente. V=1 (la página en cuestión está en memoria principal, tiene un marco asociado)
El tamaño de las páginas es de 1kb. El marco 0 está cargado el la dirección física cero y el resto sucesivamente
Se pide: ¿A qué direcciones físicas corresponden las siguientes direcciones virtuales?
a). (1, 125) b). (2, 324) c). (5, 322) d). (7, 321) e). (3, 1026)
El formato en el que se da la dirección virtual corresponde a (nº de página, desplazamiento)



Solución 3 (1/2)

Práctica de paginación



La dirección física, de acuerdo con el sistema de paginación, será el número de marco multiplicado por el tamaño de marco más el desplazamiento dentro de él

Dirección Física = Nº de Marco × Tamaño de Marco + Desplazamiento

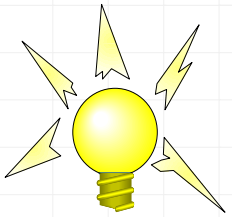
Se ha de tener en cuenta, que:

- Exista la página
- El desplazamiento no supere el tamaño del marco

Sino en ambos casos se tendrá un error de direccionamiento; Además la página ha de tener un marco asociado, sino tendrá lugar un fallo de página

Solución 3 (2/2)

Práctica de paginación



a) Dirección_física=7*1024+125=**7293**

b) La página 2 no tiene ningún marco asociado, por lo tanto, tiene lugar un **fallo de página.**

c) Dirección _física=0*1024+322=**311**

d) **Error de direccionamiento** porque no existe la página 7.

e) **Error de direccionamiento** porque 1026>1024, el desplazamiento es mayor que el tamaño del marco

Segmentación (1/9)

- La idea es dividir el espacio de direcciones de un solo proceso en bloques que puedan ser colocados en áreas no contiguas de memoria
- Los segmentos se forman en tiempo de traducción del programa mediante la agrupación de elementos relacionados lógicamente por ejemplo pila, datos, código
- El programa de usuario se compila y el compilador construye automáticamente los segmentos de acuerdo a la estructura del programa

Segmentación (2/9)

- El cargador tomará todos estos segmentos y le asignará números de segmento. Por propósito de reubicación cada uno de los segmentos se compila comenzando por su propia dirección lógica 0

- Por lo tanto, las direcciones de los procesos segmentados tienen dos componentes:
  - El nombre (número) de segmento
  - El desplazamiento dentro del segmento

Segmentación (3/9)

- Utilizando una lógica similar a la utilizada para las particiones dinámicas, se puede crear una partición separada, ajustada a las necesidades de cada segmento particular

- La base (correspondiente a la dirección física en que comienza el segmento, obtenida durante la creación de la partición) y el tamaño de cada segmento se anotan en el **descriptor de segmento**

- Todos los descriptores de segmento se recogen en una tabla llamada **tabla de segmentos (TDS)**

Segmentación (4/9)

- El número de segmento, primer parámetro de la dirección lógica, se emplea como índice dentro de la tabla de segmentos. La dirección física se obtiene añadiendo el desplazamiento a la base del segmento

- Este desplazamiento no debe sobrepasar el tamaño máximo del segmento, si se supera el tamaño máximo registrado en la tabla se produciría un error de direccionamiento

Segmentación (5/9)

- Una tabla de segmentos si se mantiene en registros especiales puede ser referenciada muy rápidamente; la suma a la base y la comparación con el tamaño se puede hacer simultáneamente

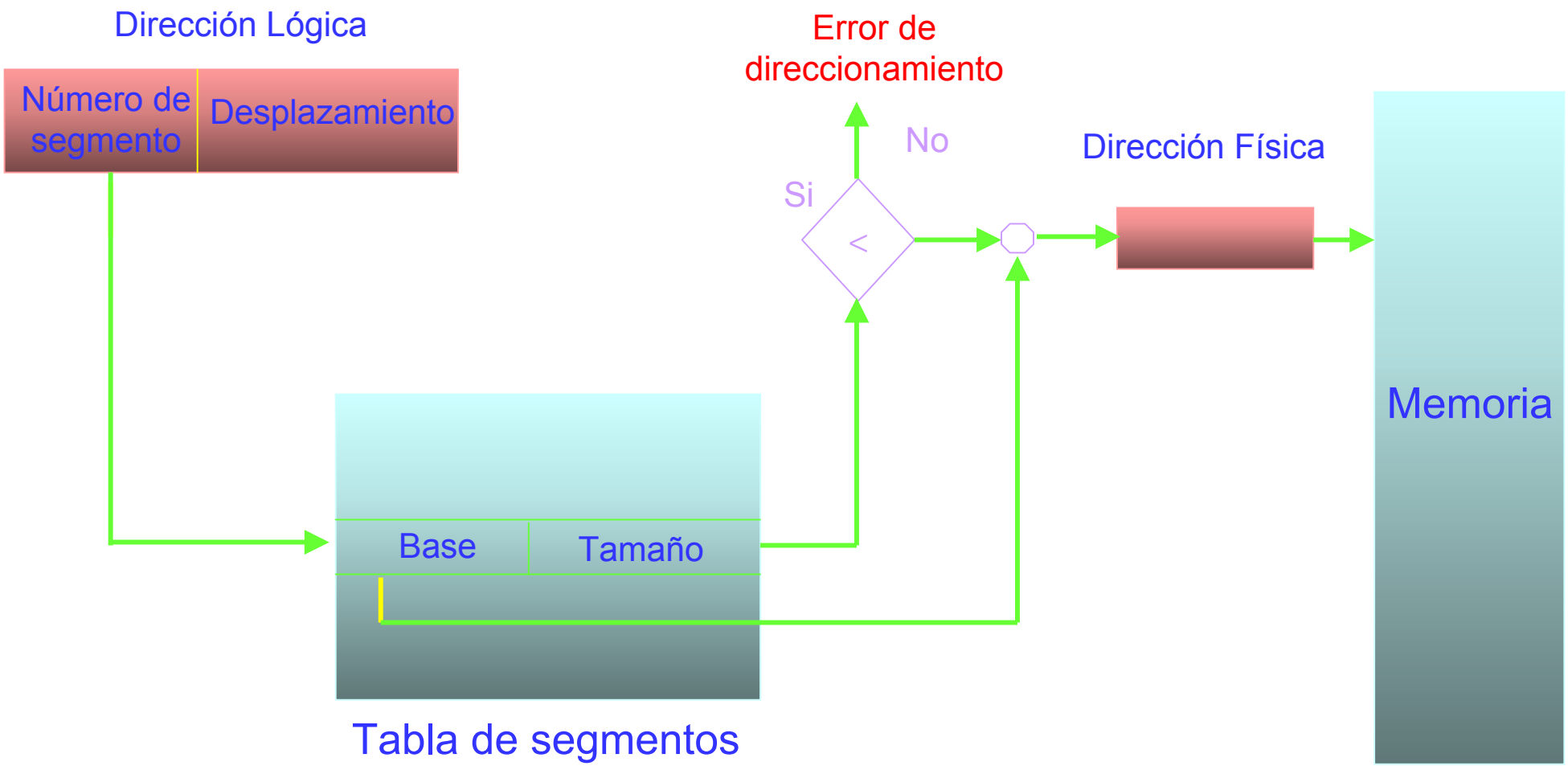
- Este método se puede llevar a cabo mientras el número de segmentos no sea grande, pero cuando éste crece la tabla de segmentos se deja en memoria

- En este caso el acceso a esta tabla se ve generalmente facilitado por medio de un registro hardware dedicado llamado **registro base de la tabla de segmento (RBTS)** y **registro límite de la tabla de segmentos (RLTS)**

Segmentación (6/9)

- Para una dirección lógica dada de un segmento se procede:
  - Se comprueba que el número de segmento es correcto (es decir, menor que el registro de la longitud de la tabla de segmentos)
  - Se suma el número de segmento al valor del registro base de la tabla de segmentos para obtener la dirección de memoria para la entrada de la tabla de segmentos
  - Esta entrada se lee de memoria y se procede como antes, es decir, se comprueba que el desplazamiento no rebasa la longitud del segmento y se calcula la dirección física como la suma del registro base de la tabla de segmentos y del desplazamiento

Segmentación (7/9)



Segmentación (8/9)

- Para acelerar el proceso de traducción de direcciones, se puede mantener unos pocos descriptores de segmentos, más frecuentemente usados en registros, llamados **registros descriptores de segmentos**

- Desde el punto de vista del s.o. la segmentación es esencialmente una versión con múltiples bases y límites de la memoria particionada dinámicamente

- La posibilidad interesante en los sistemas segmentados es proporcionar protección dentro del espacio de direcciones de un único proceso

Segmentación (9/9)

- La segmentación también facilita la compartición de código o datos entre varios procesos. Los segmentos son compartidos cuando la entrada a la tabla de segmentos de dos procesos apuntan a la misma posición física

- La segmentación no produce fragmentación interna, pero si externa, la cual ocurre cuando todos los bloques de memoria libre son muy pequeños para acomodar a un segmento. En esta situación, el proceso sólo puede esperar a disponer de más memoria, huecos más grandes o usar estrategias de compactación para crear huecos más grandes

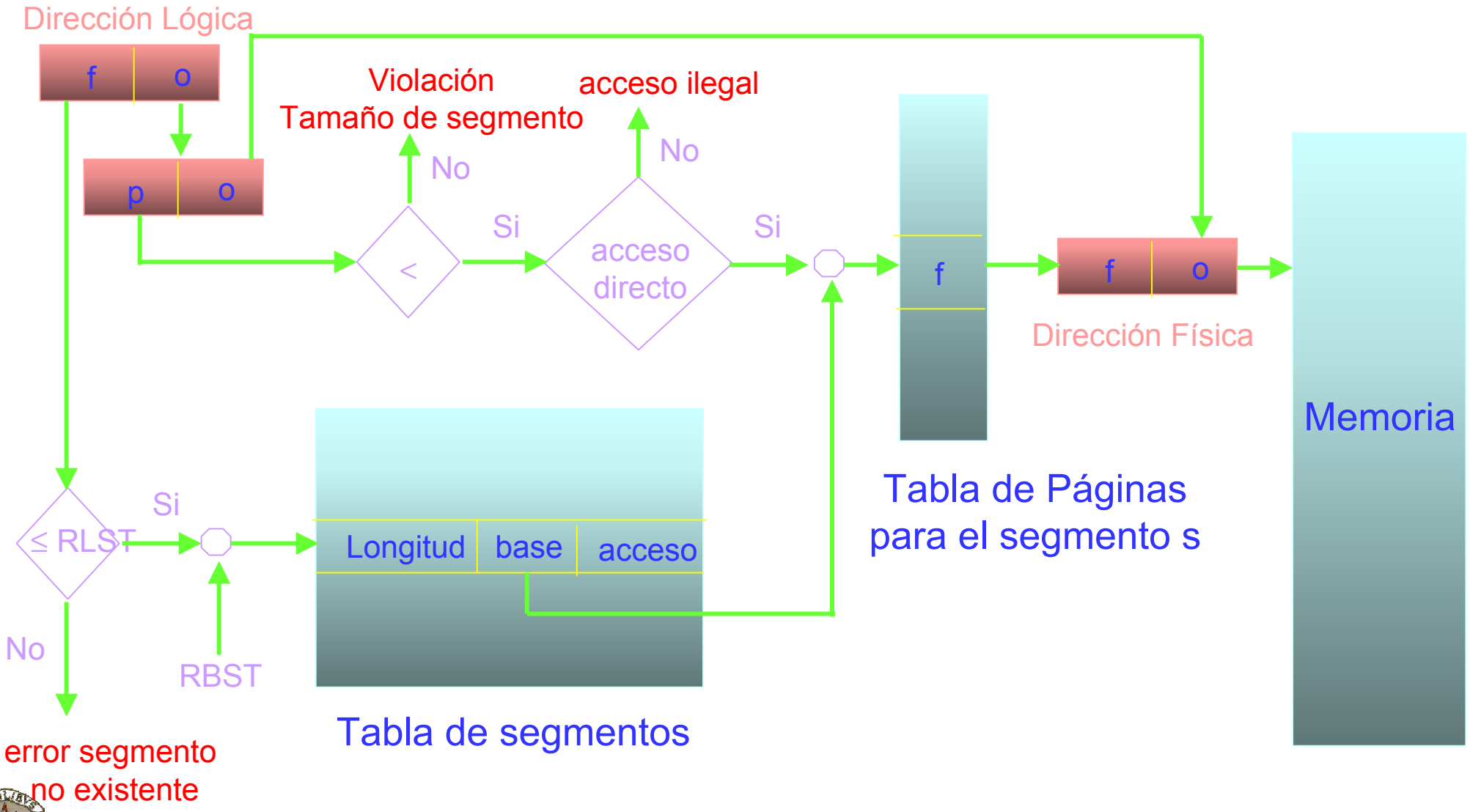
Segmentación y paginación (1/3)

- Corresponde a la gestión de memoria que combina ambos enfoques con el fin de mantener las ventajas de cada uno
- Así se mantiene la segmentación desde el punto de vista del usuario y se divide cada segmento en páginas de tamaño fijo
- La traducción de direcciones requiere tanto tablas de segmento como tablas de páginas, pero ahora el desplazamiento del segmento se divide en un número de página y un desplazamiento dentro de ella. El número de página se usa como índice de la tabla de páginas para obtener el número del marco de página. Este último se combina con el desplazamiento de página para obtener la dirección física

Segmentación y paginación (2/3)

- Las direcciones virtuales requieren de tres campos:
  - El número de segmento
  - El número de página
  - El desplazamiento dentro de la página
- En este esquema, cada segmento tiene su propia tabla de páginas. Sin embargo, cada segmento tiene una longitud, dada en la tabla de segmentos, de forma que el tamaño de la tabla de páginas es función de la longitud del segmento
- Se ha eliminado la fragmentación externa, pero introduciendo fragmentación interna y aumentando el espacio de tablas

Segmentación y paginación (3/3)



Ejercicio 4

Práctica de segmentación y paginación

Se tiene un sistema operativo multitarea con las siguientes características:

- Gestión de memoria virtual formada por la combinación de la segmentación y la paginación.
- Direcciones virtuales de 32 bits (igual que las direcciones físicas) con el siguiente formato:

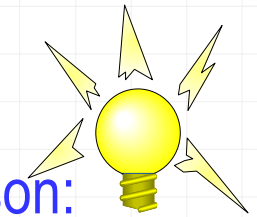
8 bits	12 bits	12 bits
nº de segmento	nº de página	Desplazamiento

a) ¿Cuántos segmentos distintos puede direccionar cualquier proceso del sistema?

b) ¿Cuántos marcos de página distintos puede haber como máximo?

Solución 4

Práctica de segmentación y paginación



a) Los segmentos distintos que se pueden direccionar con 8 bits son:

$$2^8 = 256$$

se obtiene del campo que indica el número de segmento en la dirección virtual.

b) El marco de página es del mismo tamaño que la página por lo tanto es de igual tamaño que el campo del desplazamiento en la dirección virtual 2^{12}. La memoria real tiene un tamaño de 2^{32} por lo tanto el número de marcos vendrá dado:

$$2^{32} / 2^{12} = 2^{20}$$ marcos de página diferentes en memoria física.