

Gestión y administración de la memoria

Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación

Eloy Anguiano Rey
eloy.anguiano@uam.es

Ana González
ana.marcos@uam.es

Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid

Introducción

¿Qué es la memoria?

- La memoria es una **matriz de palabras o bytes direccionables** (accesibles mediante una dirección única) por la CPU para carga de instrucciones o datos (operandos) y para almacenamiento de datos (resultados).
- Las direcciones de un proceso pueden ser representadas de modo diferente en las sucesivas etapas del ciclo de un programa de usuario (compilación, carga y ejecución).
- Las direcciones que entiende el controlador de la memoria son direcciones absolutas. La conversión entre las distintas representaciones de las direcciones y las direcciones absolutas se denomina **vinculación**, y puede llevarse a cabo en cualquiera de las fases del programa.

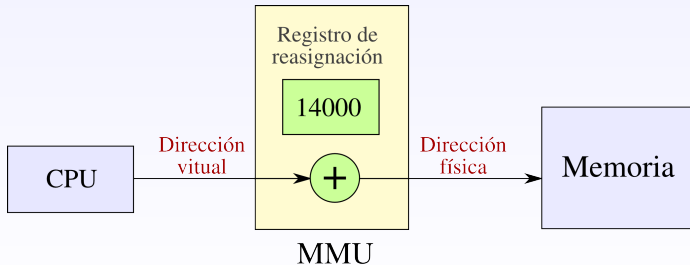
Contiene

- El sistema operativo: núcleo.
- Una zona de usuarios: programa(s) en ejecución

Introducción

Direccionamiento

- **Dirección lógica**: Dirección generada por la CPU.
- **Dirección física**: Dirección percibida por la unidad de memoria.
- Si la **vinculación** de direcciones (lógica-física) se realiza en **tiempo de compilación o de carga**, entonces la **dirección física = dirección lógica**.
- Si la **vinculación** de direcciones se realiza en **tiempo de ejecución** (por ser el código reasignable), las direcciones **lógicas y físicas difieren** y llamamos a las direcciones lógicas **direcciones virtuales**.





Escuela
Politécnica
Superior

Gestión y
administración de
la memoria

Introducción

¿Qué es la memoria?

Direccionamiento

Gestión

Requisitos de la
gestión

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación

Introducción Gestión

La necesidad de la gestión de la memoria nace dado que tenemos que:

- Subdividir la memoria para hacer sitio a varios procesos.
- Repartir eficientemente la memoria para introducir tantos procesos como sea posible.

Introducción

Requisitos de la gestión

Introducción

¿Qué es la memoria?

Direccionamiento

Gestión

Requisitos de la
gestión

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación

1 Reubicación:

- El programador no conoce qué otros programas residirán en la memoria en el momento de la ejecución.
- Mientras que se está ejecutando el programa, puede que se descargue en el disco y que vuelva a la memoria principal, pero en una ubicación distinta a la anterior (reubicación).
- Se deben traducir las referencias a la memoria encontradas en el código del programa a las direcciones físicas reales.

Introducción

Requisitos de la gestión

Gestión y
administración de
la memoria

Introducción

¿Qué es la memoria?

Direccionamiento

Gestión

Requisitos de la
gestión

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación

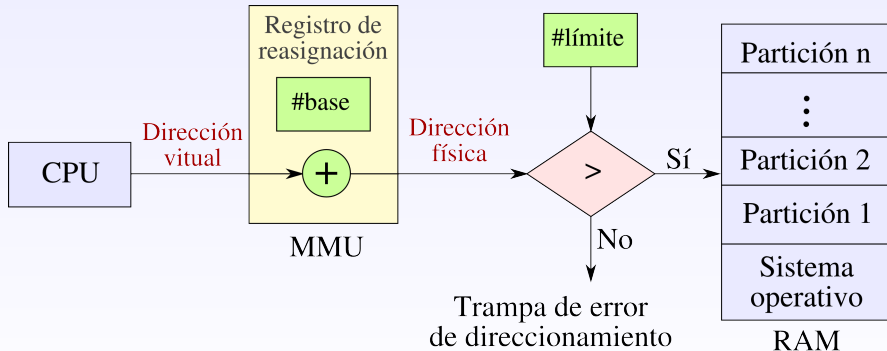
2 Protección:

- El código de un proceso no puede hacer referencia a posiciones de memoria de otros procesos sin permiso.
- Es imposible comprobar las direcciones absolutas de los programas, puesto que se desconoce la ubicación de un programa en la memoria principal.
- Debe comprobarse durante la ejecución:
 - El sistema operativo no puede anticiparse a todas las referencias a la memoria que hará un programa.

Introducción

Requisitos de la gestión

- La protección de memoria se puede realizar utilizando dos registros (base=reasignación y límite) que controlan el acceso a la memoria física.
- Sólo el SO puede modificar los registros de base y límite.**



Introducción

Requisitos de la gestión

Introducción

¿Qué es la memoria?

Direccionamiento

Gestión

Requisitos de la
gestión

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación

3 Compartición:

- Permite el acceso de varios procesos a la misma zona de la memoria principal.
 - Es mejor permitir a cada proceso (persona) que acceda a la misma copia del programa, en lugar de tener cada uno su propia copia aparte.
 - Para cooperación es necesario tener acceso compartido a estructuras de datos.
- Es mejor permitir a cada proceso (persona) que acceda a la misma copia del programa, en lugar de tener cada uno su propia copia aparte.

Introducción

Requisitos de la gestión

Introducción

¿Qué es la memoria?

Direccionamiento

Gestión

Requisitos de la
gestión

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación

4 Organización lógica:

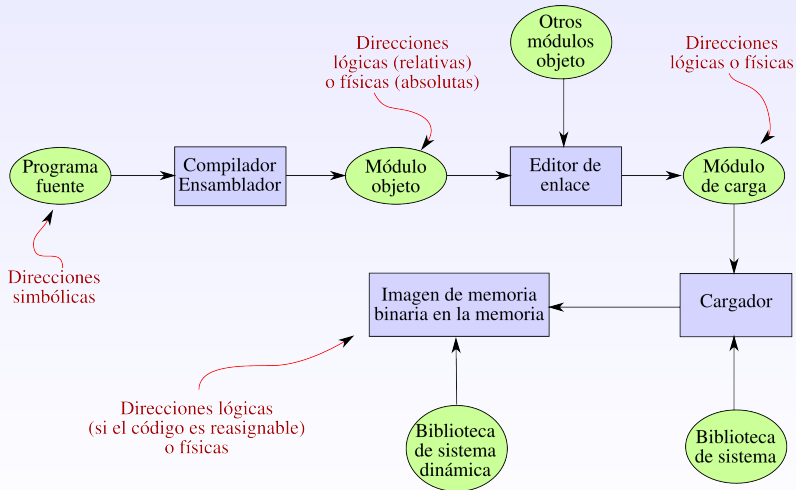
- La memoria está organizada como un espacio de direcciones unidimensional
- La mayoría de los programas se organizan en módulos.
 - Los módulos pueden escribirse y compilarse independientemente.
 - Pueden otorgarse distintos grados de protección (sólo lectura, sólo ejecución) a los módulos.
 - Compartir módulos.

Introducción

Requisitos de la gestión

Gestión y
administración de
la memoria

Proceso en etapas de un programa de usuario



Introducción

¿Qué es la memoria?

Direccionamiento

Gestión

Requisitos de la
gestión

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación

Introducción

Requisitos de la gestión

Introducción

¿Qué es la memoria?

Direccionamiento

Gestión

Requisitos de la
gestión

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación

5 Organización física:

- **Memoria principal:** rápida, costosa, pequeña, volátil
- **Memoria secundaria:** más lenta, barata, gran capacidad, no volátil, ...
- El flujo entre ambas es responsabilidad del S.O. (antes lo realizaba el programador):
 - La memoria disponible para un programa y sus datos puede ser insuficiente: la superposición permite que varios módulos sean asignados a la misma región de memoria.
 - El programador no conoce el espacio disponible.

Técnicas de gestión de memoria

La tarea principal del sistema de gestión de memoria es **la carga de programas en memoria principal para su ejecución en el procesador**

Técnicas simples

- Particionamiento (utilizada con distintas variantes en antiguos SO)
- Paginación simple
- Segmentación simple

Memoria Virtual (próximo tema)

- Sistemas multiprogramados modernos
- Basada en segmentación y paginación

Particiones estáticas

Introducción

Técnicas de gestión de memoria

Particiones estáticas

De igual tamaño
De distinto tamaño
En general

Particiones dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación

Condiciones

- El Sistema Operativo ocupa una parte fija de la memoria
- El resto está disponible para ser usada por los procesos:
 - Límite en el número de procesos listos, bloqueados o en ejecución (número de particiones)
- Tamaños de las particiones y algoritmos de ubicación:
 - Particiones de igual tamaño
 - Particiones de distinto tamaño

Particiones estáticas

De igual tamaño

Condiciones

- Cualquier proceso cuyo tamaño sea menor o igual que el tamaño de la partición puede cargarse en cualquier partición libre.
- Si todas las particiones están ocupadas, el sistema operativo puede sacar un proceso de una partición (suspensión).

Problemas

- Un programa puede que no se ajuste a una partición. El programador debe diseñar el programa mediante superposiciones.
- El uso de la memoria principal es ineficiente. Cualquier programa, sin importar lo pequeño que sea, ocupará una partición completa. Este fenómeno se denomina **fragmentación interna**.

Sistema operativo 8 MB
8 MB
8 MB
8 MB
8 MB
8 MB

Particiones estáticas

De distinto tamaño

Gestión y
administración de
la memoria

Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

De igual tamaño
De distinto tamaño
En general

Particiones
dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación

Condiciones

- Pueden asignar cada proceso a la partición más pequeña en la que quepa.
- Hace falta una cola para cada partición.
- Los procesos están asignados de forma que se minimiza la memoria desaprovechada dentro de cada partición.

Reducen los problemas

- Se pueden alojar programas más grandes sin superposición
- Se reduce el desperdicio producido por programas pequeños

Problemas

- Caben menos programas grandes sin superposición
- Si hay muchos programas pequeños la fragmentación interna es mayor en las particiones grandes

Sistema operativo 8 MB
2 MB
4 MB
6 MB
8 MB
8 MB
12 MB

Particiones estáticas

De distinto tamaño

Una cola por partición

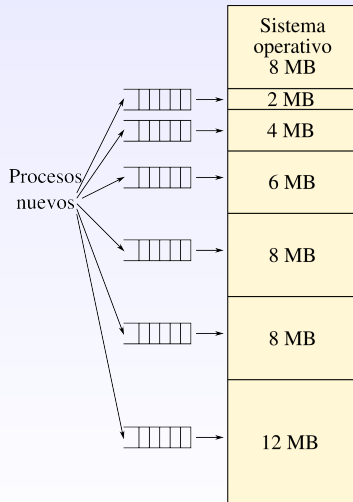
Método: Asignar cada proceso a la partición **más pequeña** en la que quepa

Ventaja

Intenta minimizar la fragmentación interna de cada partición.

Desventaja

Pueden existir particiones vacías y procesos suspendidos asignados a colas correspondiente a procesos más pequeños que la partición vacía.



Particiones estáticas

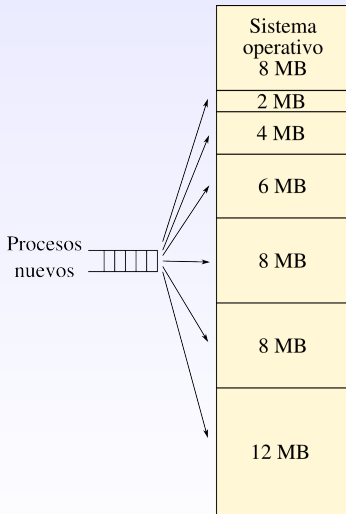
De distinto tamaño

Una cola única

Método: Cuando se va a cargar un proceso, se selecciona la partición **más pequeña disponible** donde quepa.

Si todas las particiones están ocupadas, los criterios para la suspensión son:

- En la partición más ajustada (minimiza la fragmentación interna)
- Según las prioridades de procesos cargados
- Suspende a los procesos bloqueados antes que a los procesos listos.



Particiones estáticas

En general

Desventajas

- Las particiones especificadas al principio limita el número de procesos activos (no suspendidos)
- Si hay muchos procesos pequeños no se aprovecha la memoria (fragmentación interna)

Actualmente no se usan particiones estáticas

Particiones dinámicas

Definición

Introducción

Técnicas de gestión de memoria

Particiones estáticas

Particiones dinámicas

Definición

Fragmentación
externa

Fragmentación
interna

Ubicación con mapa
de bits

Ubicación con listas
enlazadas

Ubicación por ajuste

Sistema de colegas

Intercambio

Paginación

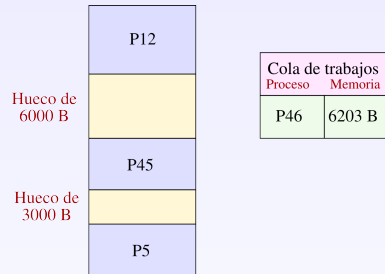
- Las particiones son variables en número y longitud.
- Al proceso se le asigna exactamente tanta memoria como necesite.
- Finalmente, hay varios huecos en la memoria. Este fenómeno se denomina fragmentación externa.
- Se debe usar la compactación para desplazar los procesos que estén contiguos, de forma que toda la memoria libre quede junta en un bloque.

Particiones dinámicas

Fragmentación externa

Gestión y
administración de
la memoria

- Ocurre cuando existen múltiples huecos “pequeños” no conectados (insuficientes para albergar a un proceso en cola de entrada) que suman un total que sería suficiente para albergar a un proceso en la cola de entrada.
- Solución: **Compactación**:
 - Se “funden” todos los huecos libres para crear un único hueco grande.
 - Sólo es posible si las direcciones son reubicables dinámicamente.



Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Definición
Fragmentación
externa

Fragmentación
interna

Ubicación con mapa
de bits

Ubicación con listas
enlazadas

Ubicación por ajuste

Sistema de colegas

Intercambio

Paginación

Particiones dinámicas

Fragmentación interna

Gestión y
administración de
la memoria

Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Definición
Fragmentación
externa

**Fragmentación
interna**

Ubicación con mapa
de bits

Ubicación con listas
enlazadas

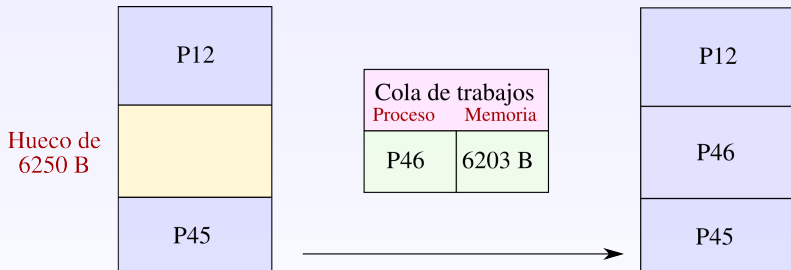
Ubicación por ajuste

Sistema de colegas

Intercambio

Paginación

- Es el desperdicio de memoria que se produce al asignar a un proceso más memoria de la que solicita (por conveniencia o simplicidad en la asignación).



Particiones dinámicas

Ubicación con mapa de bits

Gestión y
administración de
la memoria

Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Definición

Fragmentación
externa

Fragmentación
interna

Ubicación con mapa
de bits

Ubicación con listas
enlazadas

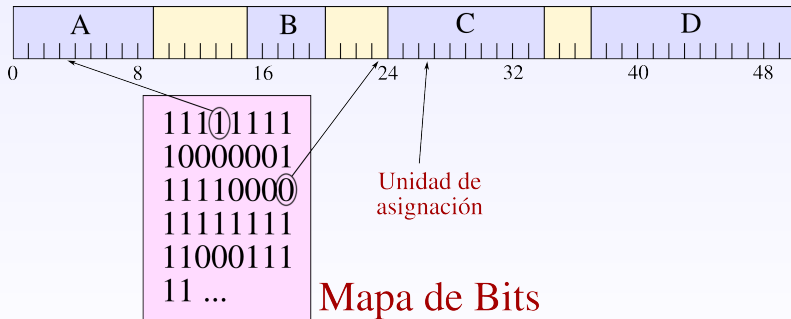
Ubicación por ajuste

Sistema de colegas

Intercambio

Paginación

- La memoria está dividida en unidades de asignación que se corresponden con un bit en un mapa de bits de la memoria:
 - Compromiso entre el tamaño del mapa y la optimización de las asignaciones.
- La asignación de un proceso de tamaño k unidades consiste en una búsqueda de k ceros contiguos en el mapa de bits: LENTO.



Particiones dinámicas

Ubicación con listas enlazadas

Gestión y
administración de
la memoria

Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Definición

Fragmentación

externa

Fragmentación

interna

Ubicación con mapa
de bits

**Ubicación con listas
enlazadas**

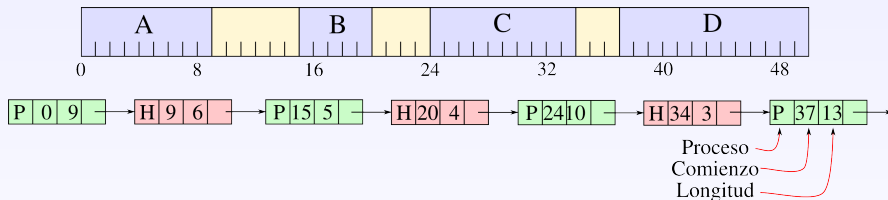
Ubicación por ajuste

Sistema de colegas

Intercambio

Paginación

- La memoria está representada por una lista ligada de zonas de memoria ocupadas (P) y libres (H).



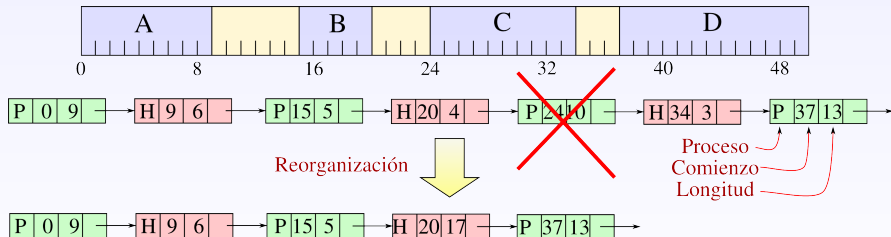
Particiones dinámicas

Ubicación con listas enlazadas

Gestión y
administración de
la memoria

Ventajas

- La búsqueda de huecos es más rápida, puesto que cada elemento de la lista contiene el tamaño del mismo.
- Fácil reorganización de la lista al terminar un proceso o al introducir un proceso nuevo.



Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Definición

Fragmentación

externa

Fragmentación

interna

Ubicación con mapa
de bits

Ubicación con listas
enlazadas

Ubicación por ajuste

Sistema de colegas

Intercambio

Paginación

Particiones dinámicas

Ubicación por ajuste

Best-fit

- Elige el bloque de tamaño más próximo al solicitado.
- Proporciona en general los peores resultados.
- Puesto que este algoritmo busca el hueco más pequeño para el proceso, garantiza que el fragmento que se deja es lo más pequeño posible y, por lo tanto, se debe compactar más frecuentemente.

First-fit

- Es más rápido.
- Puede tener varios procesos cargados en el extremo inicial de la memoria que es necesario recorrer cuando se intente encontrar un bloque libre.

Next-fit

- Lleva frecuentemente a la asignación de un bloque de memoria de la última ubicación, donde se encuentra el bloque más grande.
- El bloque de memoria más grande se divide en fragmentos pequeños.
- Hará falta la compactación para obtener un bloque de memoria grande al final del espacio de memoria.

Particiones dinámicas

Ubicación por ajuste

Gestión y
administración de
la memoria

Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Definición

Fragmentación
externa

Fragmentación
interna

Ubicación con mapa
de bits

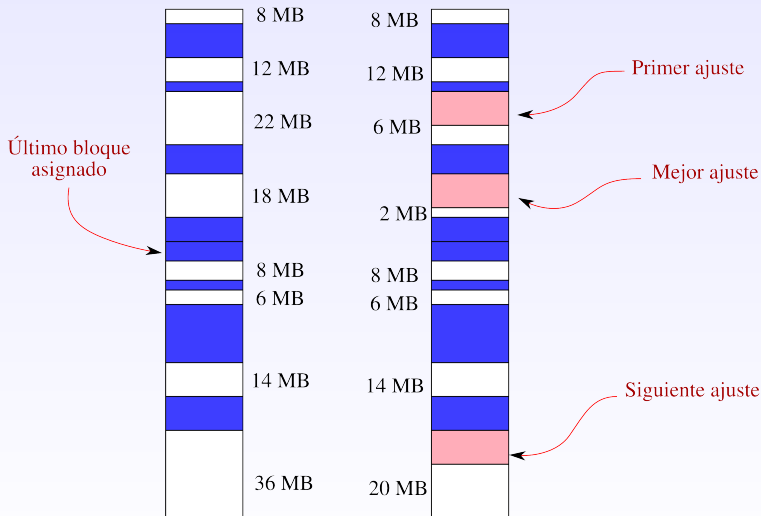
Ubicación con listas
enlazadas

Ubicación por ajuste

Sistema de colegas

Intercambio

Paginación



Particiones dinámicas

Sistema de colegas

Introducción

Técnicas de gestión de memoria

Particiones estáticas

Particiones dinámicas

Definición

Fragmentación
externa

Fragmentación
interna

Ubicación con mapa
de bits

Ubicación con listas
enlazadas

Ubicación por ajuste

Sistema de colegas

Intercambio

Paginación

- El espacio entero disponible para la asignación se trata como un solo bloque de tamaño 2^U .
- Si se hace una solicitud de tamaño s tal que $2^{U-1} < s \leq 2^U$, entonces el bloque entero se asigna:
 - En otro caso, el bloque se divide en dos colegas de igual tamaño.
 - Este proceso continúa mientras que el bloque más pequeño sea mayor o igual que s .

Particiones dinámicas

Sistema de colegas

Gestión y
administración de
la memoria

Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Definición

Fragmentación
externa

Fragmentación
interna

Ubicación con mapa
de bits

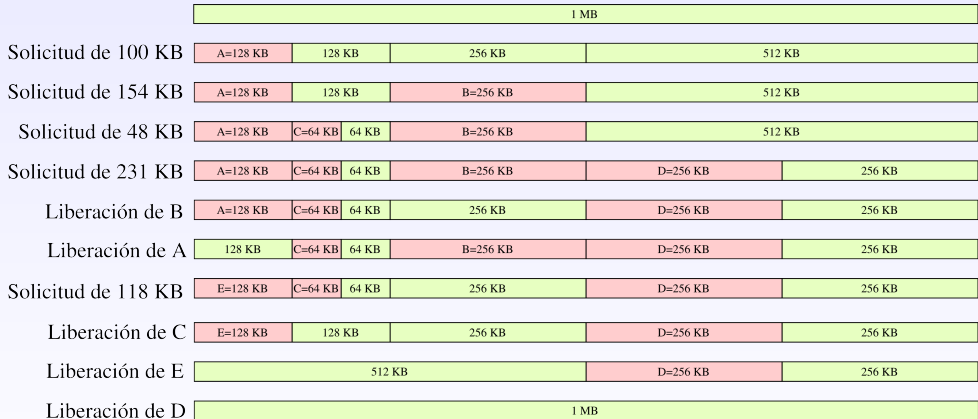
Ubicación con listas
enlazadas

Ubicación por ajuste

Sistema de colegas

Intercambio

Paginación

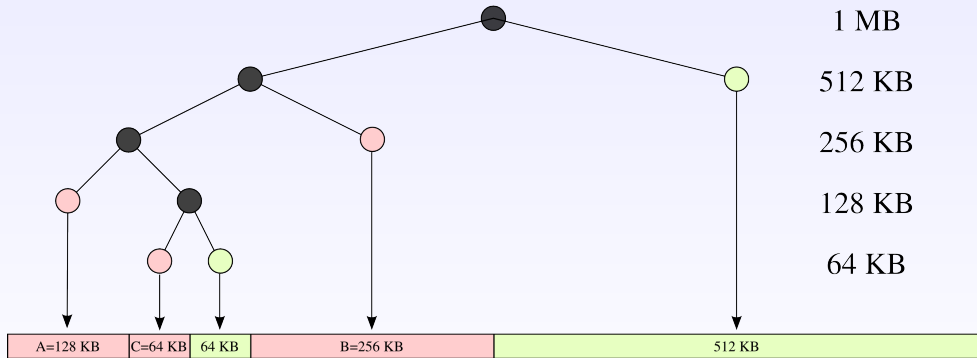


Particiones dinámicas

Sistema de colegas

Gestión y
administración de
la memoria

Representación en árbol del sistema de colegas



Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Definición
Fragmentación
externa
Fragmentación
interna
Ubicación con mapa
de bits
Ubicación con listas
enlazadas
Ubicación por ajuste
Sistema de colegas

Intercambio

Paginación

Intercambio

Definición

- En determinadas circunstancias, un proceso que está en memoria puede ser almacenado temporalmente (intercambiado) en un almacenamiento auxiliar (normalmente en disco magnético), de modo que el planificador pueda asignar su espacio de CPU a otro proceso situado en el almacenamiento auxiliar.
- Normalmente, un proceso intercambiado a disco se intercambia de regreso a la mismo espacio de memoria que ocupó anteriormente. Esto es **obligatorio si la vinculación de direcciones se realizó en tiempo de compilación o carga**, no así si la vinculación de direcciones se realiza en **tiempo de ejecución**.
- El sistema de almacenamiento debe tener espacio suficiente para alojar las imágenes de memoria de todos los procesos y proporcionar un acceso rápido a las mismas.

Intercambio

Definición

- Los procesos listos que están en disco pueden estar intercalados con los procesos listos en memoria en la lista de procesos listos del planificador o estar en una cola de segundo nivel para ser intercambiados a disco en grupos cada cierto tiempo.
- No deben realizarse intercambios de procesos que tengan pendientes operaciones de E/S que requieran el uso de buffers en el espacio de memoria propio (OK si utilizan buffers del SO).
- La duración del cambio de contexto desde disco depende principalmente del tamaño de la zona de memoria a intercambiar (la zona de intercambio es un área independiente del sistema de archivos que permite un acceso rápido a la información). En cualquier caso es superior al cambio de contexto entre procesos que están en memoria.
- Los algoritmos de asignación de espacio en disco para intercambios son los mismo que los explicados para la asignación de memoria.

Paginación

Definición

Introducción

Técnicas de gestión de memoria

Particiones estáticas

Particiones dinámicas

Intercambio

Paginación

Definición

Asignación de
páginas a marcos
libres

Características

Segmentación

- La memoria principal se encuentra dividida en trozos iguales de tamaño fijo y cada proceso en pequeños trozos de tamaño fijo.
- Los trozos del proceso se denominan páginas y los trozos libres de memoria se denominan marcos.
- El sistema operativo mantiene una tabla de páginas para cada proceso:
 - Muestra la posición del marco de cada página del proceso.
 - La dirección de la memoria consta de un número de página y de un desplazamiento dentro de la página.

Paginación

Asignación de páginas a marcos libres

Gestión y
administración de
la memoria

Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Intercambio

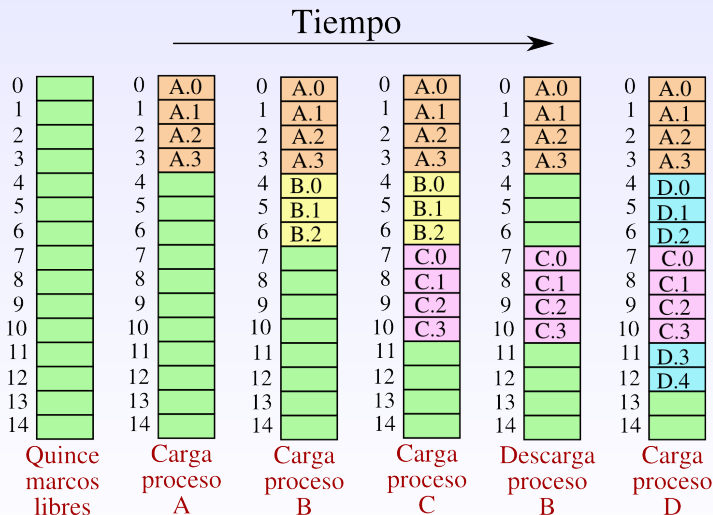
Paginación

Definición

Asignación de
páginas a marcos
libres

Características

Segmentación



Paginación

Asignación de páginas a marcos libres

Gestión y
administración de
la memoria

Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Intercambio

Paginación

Definición
Asignación de
páginas a marcos
libres
Características

Segmentación

0	A.0
1	A.1
2	A.2
3	A.3
4	D.0
5	D.1
6	D.2
7	C.0
8	C.1
9	C.2
10	C.3
11	D.3
12	D.4
13	
14	

Estructura
de datos
correspondiente

0	0	0	-	0	7	0	4
1	1	1	-	1	8	1	5
2	2	2	-	2	9	2	6
3	3			3	10	3	11
						4	12

Paginación

Características

- La paginación remedia la fragmentación externa, pero no la fragmentación interna.
- Un intento de acceso a una página virtual que no esté asociada a un marco produce un señalamiento al SO (trap), llamado **fallo de página**. Como respuesta al fallo de página, el SO:
 - ① selecciona una página poco usada del proceso.
 - ② Intercambia la página a disco.
 - ③ Asigna el marco de la página liberada a la página virtual que se intenta acceder.
- Esto supone una forma de reasignación dinámica por bloques de las direcciones de memoria del proceso.

Segmentación

Definición

Introducción

Técnicas de gestión de memoria

Particiones estáticas

Particiones dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación

Definición

- La imagen de un segmento está formada por múltiples segmentos.
- No es necesario que todos los segmentos de todos los programas tengan la misma longitud.
- Existe una longitud máxima de segmento.
- Una dirección lógica segmentada consta de dos partes, un número de segmento y un desplazamiento.
- Cada segmento se almacena de forma contigua.

Segmentación

Definición

Como consecuencia del empleo de segmentos de distinto tamaño, la segmentación resulta similar a la partición dinámica.

- Un proceso puede ocupar más de un segmento (partición)
- En memoria no tienen porque estar contiguos los distintos segmentos del proceso.
- No tiene fragmentación interna
- Sí tiene fragmentación externa, aunque menor que con las particiones dinámicas.

Segmentación

Definición

Introducción

Técnicas de
gestión de
memoria

Particiones
estáticas

Particiones
dinámicas

Intercambio

Paginación

Segmentación
Definición

Proceso de carga

- Se divide el programa en segmentos
- Se cargan todos sus segmentos en bloques libres de memoria
- Se actualiza la lista de bloques libres