

Curso: Sistemas Operativos

3. Administración de memoria

(Parte IV)

M.C. Laura Sandoval Montaño

3 Administración de Memoria

3.8 Traducción dinámica de direcciones. Paginación

Traducción dinámica de direcciones en sistemas de paginación.

Recordemos que existen tres técnicas para establecer la correspondencia de páginas, es decir en qué marco de página se encuentra una página virtual:

- Por correspondencia directa
- Por correspondencia asociativa
- Con correspondencia combinada asociativa/directa

Hasta el momento, hemos revisado la Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia directa. Veamos a continuación las técnicas restantes.

Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia asociativa.

Características.

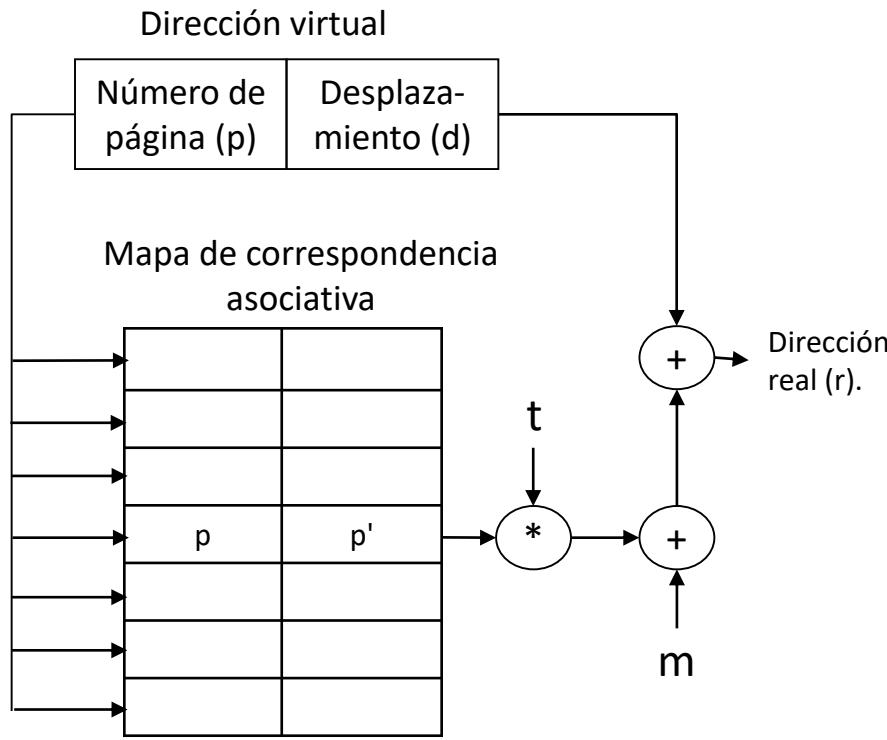
- Para agilizar el cálculo, se coloca toda la Tabla de Correspondencia de Páginas en una “memoria asociativa”, la cual se accede por contenido (y no por dirección); de esta forma, el acceso ocupa menos tiempo.
- La memoria asociativa se implementa en firmware (lógica alambrada), de ahí que resulta ser más rápida que si estuviera inclusive en memoria caché. Sin embargo se eleva mucho el costo en su construcción. Por esta razón es que pocos sistemas se han implementado con el uso de memoria asociativa.

3 Administración de Memoria

3.7 Traducción dinámica de direcciones

Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia asociativa.

Funcionamiento.



- Un proceso hace referencia a una dirección virtual $v=(p,d)$
- Cada entrada en memoria asociativa se revisa de forma simultánea en busca de la página p .
- Se devuelve p' como el marco de página que corresponde a p .
- Se calcula la dirección de inicio del marco p' :
$$p' * t + m; \quad t \rightarrow \text{tamaño de página}$$
$$m \rightarrow \text{dirección inicial marco 0}$$
- Finalmente, al cálculo anterior, se le suma el desplazamiento, para obtener la dirección real de la dirección virtual dada.

Traducción dinámica de direcciones en la paginación con correspondencia combinada asociativa/directa.

Teniendo en mente que la traducción dinámica de direcciones debe ejecutarse con rapidez para no demeritar el rendimiento del sistema y depreciar los beneficios que da el concepto de memoria virtual, es que los diseñadores de gestores de memoria, buscan una solución intermedia entre las técnicas de correspondencia directa y correspondencia asociativa.

Si bien la correspondencia asociativa proporciona mucha rapidez, resulta ser muy costosa por su implementación en firmware. Por otro lado la correspondencia directa es mucho menos costosa pero ocupa mucha memoria principal o caché para realizar con relativa rapidez la traducción dinámica de direcciones.

Es así que surge la técnica de Traducción dinámica de direcciones en la paginación con correspondencia combinada asociativa/directa.

Características.

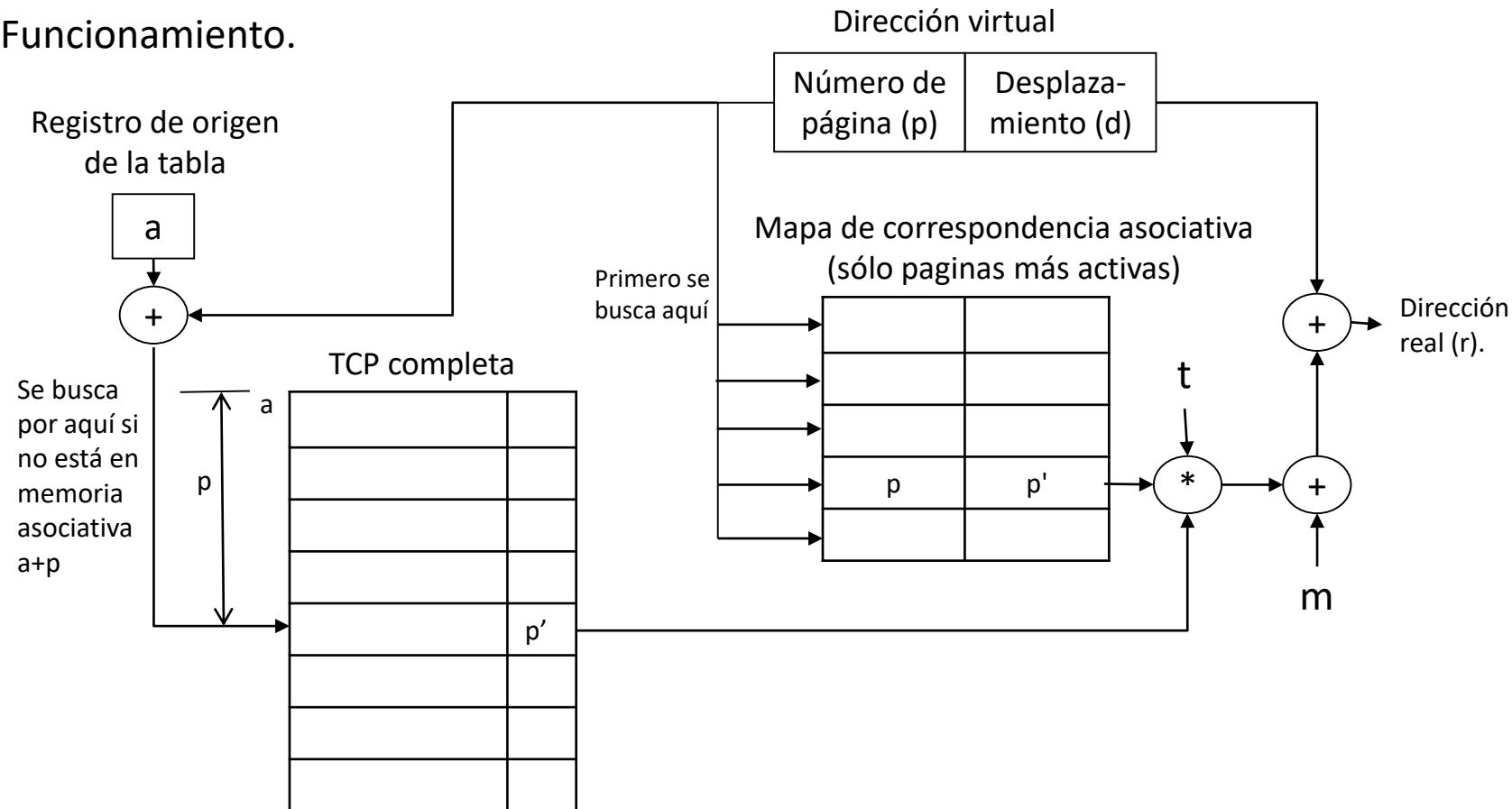
- Además de la Tabla de correspondencia de páginas (TCP), se utiliza una memoria asociativa con capacidad de contener sólo un pequeño porcentaje de la (TCP) de un proceso.
- La memoria asociativa sólo tiene entradas para páginas a las que se ha hecho referencia más recientemente, con la premisa de que serán requeridas en un futuro cercano.

3 Administración de Memoria

3.7 Traducción dinámica de direcciones

Traducción dinámica de direcciones en la paginación con correspondencia combinada asociativa/directa.

Funcionamiento.



Traducción dinámica de direcciones en la paginación con correspondencia combinada asociativa/directa.

Funcionamiento:

- Un proceso hace referencia a una dirección virtual $v=(p,d)$.
- Esta técnica, intenta encontrar primero la entrada de p en la memoria asociativa. Si sí está ahí, la memoria asociativa devuelve p' que es el número de marco de página donde se encuentra la página virtual p .
- Se calcula la dirección de inicio del marco de página p' :
$$p' * t + m; \text{ donde } t \rightarrow \text{tamaño de página y } m \rightarrow \text{dirección inicial del marco 0} .$$
- Una vez hecho dicho cálculo, se le suma el desplazamiento, para obtener la dirección real de la dirección virtual dada.
- En caso de que la entrada de p no esté en memoria asociativa, se hace referencia a la Tabla de Correspondencia de Páginas (TCP) de la memoria principal y se realiza el procedimiento de la técnica de correspondencia directa para encontrar la dirección real de la dirección virtual dada.
- Para este último caso, se coloca una entrada para p en la memoria asociativa, desplazando a la que no se ha referenciado recientemente; esto debido a la suposición de que p va a volver a ser referenciada en un futuro cercano.

Memoria virtual en sistemas de paginación.

Una vez revisadas las tres técnicas para establecer la correspondencia de páginas, veamos la facilidad que da un sistema de paginación para compartir programas y datos en sistemas de multitareas.

Compartiendo un sistema de paginación.

En los sistemas de multitareas, en especial los de tiempo compartido, es común que muchos usuarios ejecuten los mismos programas e inclusive utilicen un mismo banco de datos.

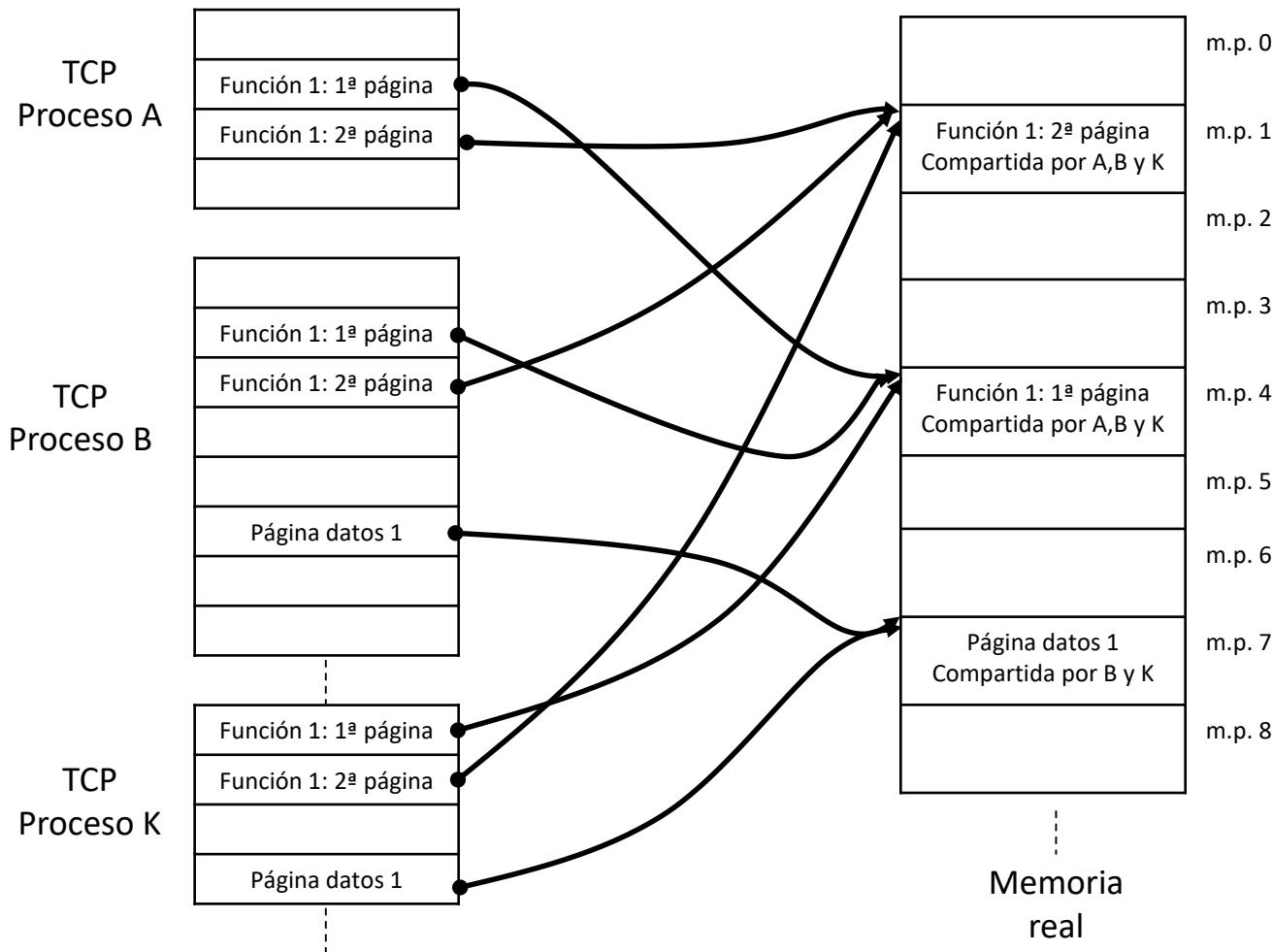
Si se asignaran copias individuales de esos programas y datos a cada usuario, se desperdiciaría mucha memoria. Es por esto, que surge la idea de compartir las páginas donde los procesos ejecutan el mismo código, y procesan los datos compartidos.

Características.

- Los sistemas que comparten páginas, dividen a los programas en funciones (o procedimientos) y datos.
- Generalmente los procedimientos son no modificables, nombrados funciones puras o reentrantes. No así los datos, por lo que se debe tener el cuidado de realizar exclusión mutua, para evitar inconsistencia.

Compartiendo un sistema de paginación

Esquema de un sistema que comparte paginación:



3 Administración de Memoria

3.8 Memoria Virtual. Segmentación

Memoria Virtual.

Recordemos que cuando la memoria real y los programas se dividen en bloques, tenemos dos tipos de sistemas:

- **Paginación:** los bloques son del mismo tamaño.
- **Segmentación:** los bloques son de diferentes tamaños.

Segmentación.

Veamos ahora cómo es la organización de memoria real y la traducción dinámica de direcciones en un sistema de segmentación.

Características:

- En los sistemas de memoria virtual con segmentación, la dirección virtual está dada por $v=(s,d)$, donde s es el número de segmento en memoria virtual en el que se encuentra el elemento al que hace referencia y d es el desplazamiento dentro del segmento s en donde se localiza dicho elemento.

Número de segmento (s)	Desplazamiento (d)	Dirección virtual $v = (s,d)$
----------------------------	------------------------	----------------------------------

- Como un proceso puede ejecutarse sólo si su segmento activo se encuentra en memoria real, entonces los segmentos se deben transferir de memoria secundaria a principal.

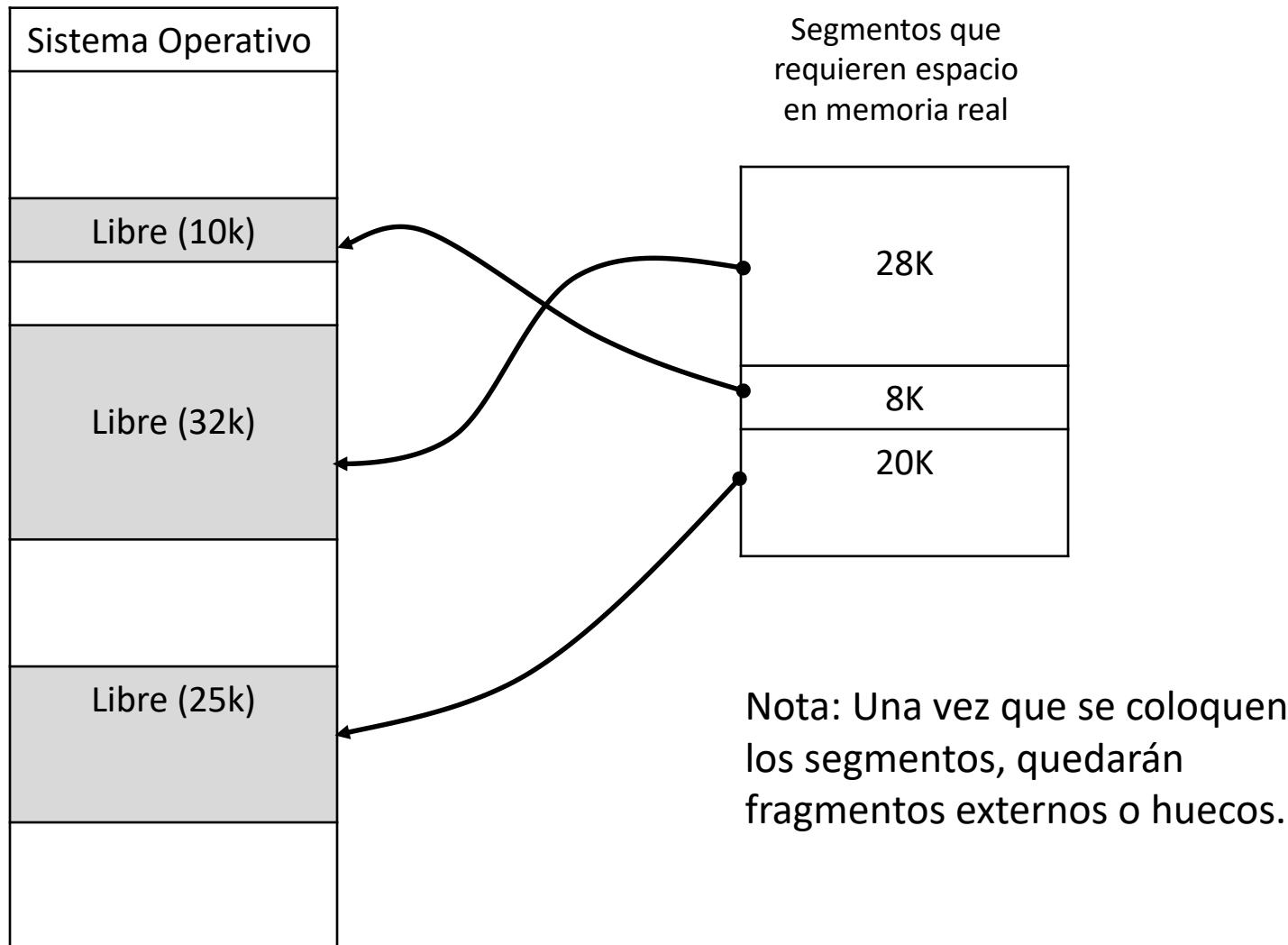
Segmentación.

Características (continuación):

- Todas las localidades que conforman un segmento, se colocan en localidades contiguas de memoria real, pero no es forzoso que los segmentos sean adyacentes.
- Un segmento entrante puede colocarse en cualquier área disponible de memoria real cuyo tamaño sea suficiente para contenerlo.
- Las estrategias de colocación de segmentos, son idénticas a las empleadas en la multiprogramación con particiones variables de asignación contigua de memoria: mejor ajuste, primer ajuste y peor ajuste.
- De la misma forma, los espacios de memoria disponibles, se llaman huecos o fragmentación externa y se pueden tratar con las técnicas de Condensación y Compactación.
- Resulta más difícil limitar el intervalo de acceso de un programa, es decir, evitar que un programa sea destruido por otros. Para lograr la protección de memoria en la segmentación es emplear una clave para cada usuario en cada uno de los segmentos del programa. Y sólo su dueño podrá acceder a los segmentos. Esta clave la maneja el gestor de memoria del Sistema Operativo.

3 Administración de Memoria
3.8 Memoria Virtual. Segmentación

Segmentación. Asignación de memoria real a segmentos.



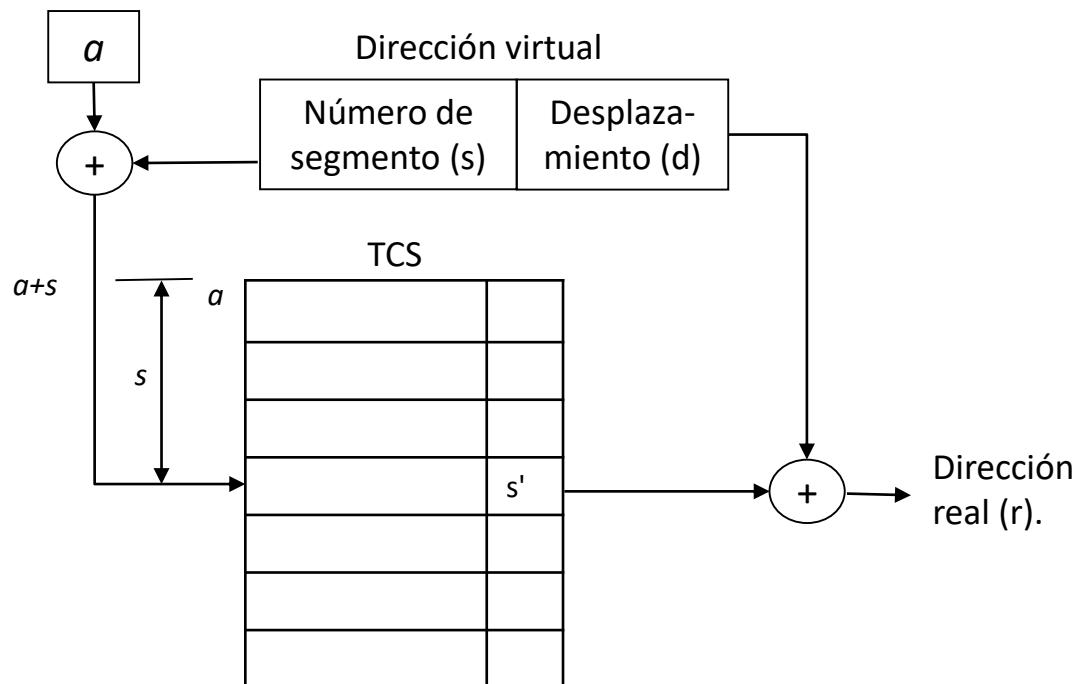
3 Administración de Memoria

3.8 Traducción dinámica de direcciones. Segmentación

Traducción dinámica de direcciones en un sistema de segmentación

De manera análoga a un sistema de paginación, la traducción de la dirección virtual a la dirección real en un sistema de segmentación por correspondencia directa, se realiza de la siguiente forma:

Registro de origen
de la tabla



s' es la dirección del inicio del segmento en memoria real del segmento virtual s .

d es el número de direcciones que hay que sumar, desde el inicio del segmento donde está el segmento s , para obtener la dirección real de la dirección virtual dada.

Traducción dinámica de direcciones en un sistema de segmentación

En el cálculo de la dirección real de una dirección virtual dada, se pueden presentar 4 casos:

1. *Desbordamiento de segmento.* Ocurre cuando el desplazamiento d no está en el rango: $0 \leq d < l$; siendo l la longitud del segmento (la cual está indicada en la entrada correspondiente de la TCS). Si $d \geq l$, implica que el proceso quiere ocupar direcciones que pertenecen a otro proceso o hueco; por consiguiente, se aborta el proceso.
2. *Inexistencia de segmento.* Ocurre cuando el número de segmento s es igual o mayor a n ; siendo n el número de segmentos del proceso; s debe estar en el rango: $0 \leq s < n$. Si $s \geq n$, implica que quiere acceder a la entrada de una TCS que no le corresponde.
3. *Fallo de segmento.* Ocurre cuando el segmento virtual s no está en memoria real ($r=0$). El proceso pasa a estado de bloqueado en lo que se transfiere el segmento referenciado a memoria real, para que pueda proseguir su ejecución.
4. *El segmento virtual s sí está en memoria real ($r=1$).* Se calcula su dirección real con el procedimiento correspondiente.

Se recomienda hacer la revisión en este orden al momento de hacer la traducción de direcciones.

Segmentación.

En la segmentación, al igual que en la paginación, se puede tener segmentos compartidos con varios usuarios/procesos.

Compartiendo un sistema de segmentación.

Una de las ventajas de la segmentación sobre la paginación es que el tamaño del segmento se puede ajustar al tamaño del código de un proceso, compartiendo sólo ese segmento; en cambio, en la paginación, el código a compartir puede ocupar dos o más páginas, con la consiguiente complicación de su manipulación, ya que tendría varias entradas en la TCP.

Lo mismo pasa con los datos compartidos. Por ejemplo, si se comparte un arreglo, el segmento es del tamaño del arreglo. Así que en la Tabla de correspondencia de segmentos hay una sola entrada que indica “arreglo compartido”; lo que facilita mucho su manipulación.

Memoria Virtual

Tanto los sistemas de paginación como de segmentación, requieren contar con mecanismos que controlen el acceso a sus páginas/segmentos.

Los controles de acceso pueden ser de: lectura, escritura, ejecución o adición. Esto está indicado en cada entrada de la Tabla de correspondencia de páginas o segmentos, según sea el caso.

En paginación, la mínima información que debe tener cada entrada a la Tabla de correspondencia de páginas es:

- Bit de residencia de la página en memoria real (r)
- Dirección inicial de la página virtual en memoria secundaria (s)
- Bits de protección: r (lectura), w (escritura), x (ejecución) , a (adición).
- Número de marco de página.

En la segmentación, cada entrada a la Tabla de correspondencia de segmentos es:

- Bit de residencia del segmento en memoria real (b)
- Dirección inicial del segmento virtual en memoria secundaria (s)
- Longitud del segmento (l)
- Bits de protección: r (lectura), w (escritura), x (ejecución) , a (adición).
- Dirección inicial del segmento en memoria real.

Memoria Virtual

Tanto la paginación como la segmentación ofrecen ventajas. Es por ello que surgen los sistemas que combinan la paginación con la segmentación.

Sistemas con paginación/segmentación.

Características.

- Estos sistemas ofrecen las ventajas de ambas técnicas de organización de memoria virtual.
- Los procesos se dividen primeramente en páginas, posteriormente las páginas se agrupan en segmentos, donde cada segmento puede estar conformado diferente número de páginas. La memoria real está dividida en marcos de página.
- No requiere que todas las páginas de un segmento estén en memoria real a la vez.
- Las páginas que son contiguas en memoria virtual, no están forzosamente contiguas en memoria real.
- Las direcciones son tridimensionales; una dirección virtual en estos sistemas está dada por $v=(s,p,d)$, donde s es el número de segmento, p es el número de página dentro del segmento y d es el desplazamiento dentro de la página donde se encuentra el elemento deseado.

Número de segmento s	Número de página p	Desplazamiento d
------------------------	----------------------	--------------------

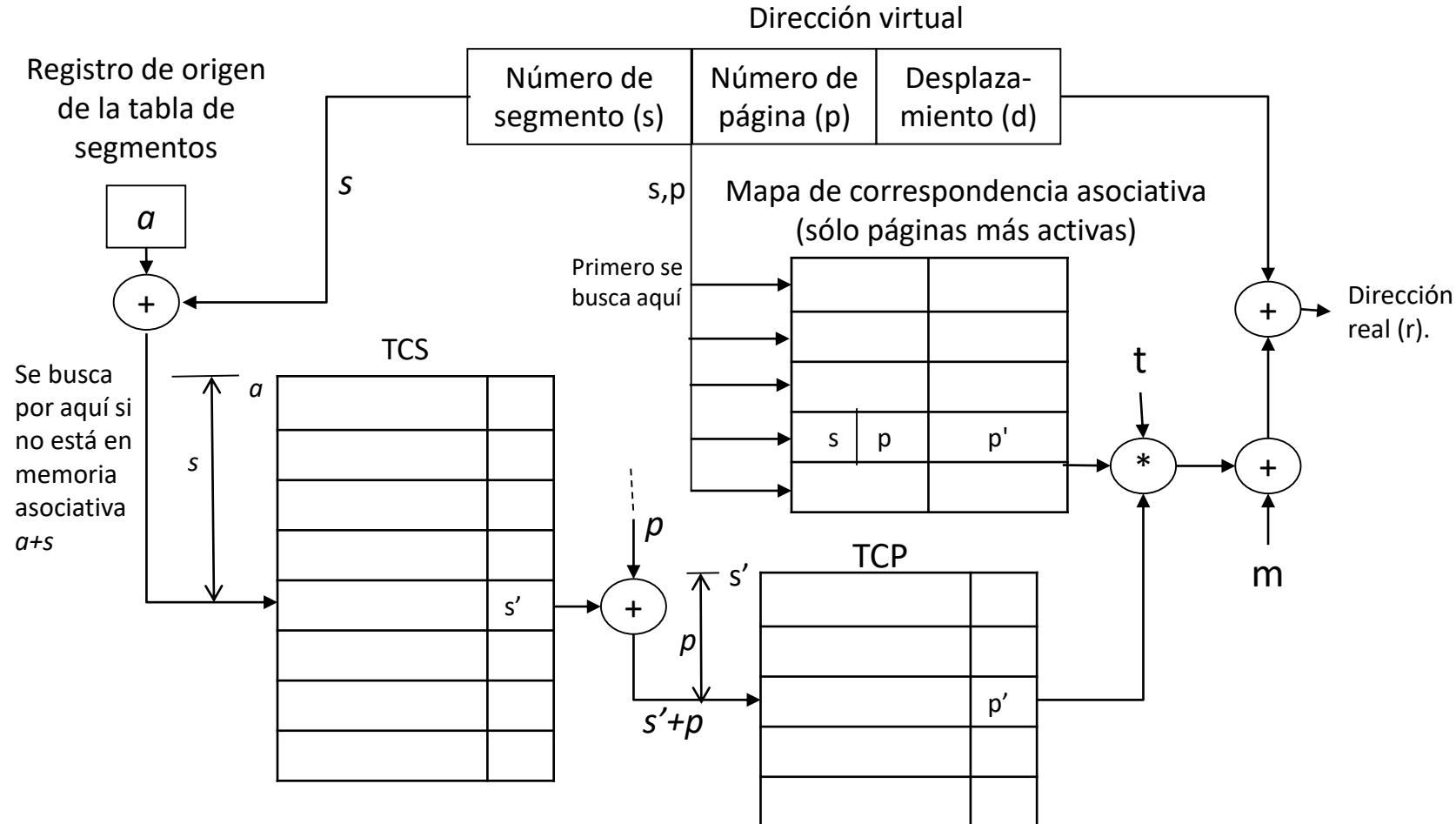
$$v=(s,p,d)$$

3 Administración de Memoria

3.8 Traducción dinámica de direcciones. Paginación/segmentación

Traducción dinámica de direcciones en sistemas con paginación/segmentación.

Funcionamiento.



Traducción dinámica de direcciones en sistemas con paginación/segmentación.

Procedimiento.

- Un proceso en ejecución hace referencia a una dirección virtual $v=(s,p,d)$
- Las páginas a las que se ha hecho referencia más recientemente tienen entradas en una memoria parcialmente asociativa.
- Se realiza la búsqueda asociativa para tratar de localizar (s,p) en memoria asociativa.
- Si la encuentra, entonces en el marco de página p' , se encuentra la página virtual p del segmento s , por lo que resta calcular la dirección inicial del marco p' para sumarle el desplazamiento d y así obtener la dirección real.
- Si no se encuentra (s,p) en memoria asociativa, entonces se realiza el procedimiento de traducción directa, primero por el segmento y después por la página, de la siguiente manera.
- A la dirección base a de la TCS se le suma el número de segmento s ($a+s$), la cual es la dirección de la entrada para el segmento s en la TCS donde se indica la base s' de la TCP para el segmento s . Recordar que un segmento está formado por una o varias páginas, por lo que cada entrada en la TCS tiene un apuntador s' a la dirección inicial de su correspondiente TCP.
- El número de página p , se suma a s' para formar la dirección $p+s'$, que es la entrada de la TCP para la página p del segmento s . En esta entrada se indica en qué marco de página p' se encuentra dicha página; por lo que sólo resta calcular la dirección inicial del marco p' para sumarle el desplazamiento d y así obtener la dirección real.

Traducción dinámica de direcciones en un sistema de paginación/segmentación

Para este sistema, en el cálculo de la dirección real de una dirección virtual dada, se pueden presentar los siguientes casos:

1. *Desbordamiento de página.* El desplazamiento d no está en el rango: $0 \leq d < t$; siendo t el tamaño de la página, implica que el proceso quiere ocupar direcciones que pertenecen a otro marco de página; por consiguiente, se aborta el proceso.
2. *Inexistencia de segmento.* Ocurre cuando el número de segmento s es igual o mayor a n ; siendo n el número de segmentos del proceso; s debe estar en el rango: $0 \leq s < n$. Si $s \geq n$, implica que quiere acceder a la entrada de una TCS que no le corresponde.
3. *Fallo de segmento.* Ocurre cuando el segmento virtual s no está en memoria real ($r=0$). Esto implica que ninguna de las páginas que conforman al segmento, están en memoria real. El proceso pasa a estado de bloqueado en lo que se transfiere a memoria real, la página p del segmento s referenciados, para que pueda proseguir su ejecución.
4. *Desbordamiento de segmento/inexistencia de página.* Ocurre cuando el número de página p es igual o mayor a np ; siendo np el número de páginas que conforman al segmento s ; p debe estar en el rango $0 \leq p < np$. Si $p \geq np$, implica que quiere acceder a la entrada de una TCP que no le corresponde.

Traducción dinámica de direcciones en un sistema de paginación/segmentación

5. *Fallo de página.* Ocurre cuando la página virtual p no está en memoria real ($r=0$). El proceso pasa a estado de bloqueado en lo que se transfiere la página referenciada a memoria real, para que pueda proseguir su ejecución.
6. *Errores de acceso.* Tanto el segmento como la página tienen controles o permisos de acceso, los cuales se deben cumplir. Por ejemplo, que se quiere escribir en una página en la que no se le dé permisos de escritura, deberá impedir la acción y abortar el programa.
7. *El segmento virtual s y su página p sí están en memoria real ($r=1$).* Se calcula su dirección real con el procedimiento correspondiente.

Se recomienda hacer la revisión en este orden al momento de hacer la traducción de direcciones.

Estructura de tablas para un sistema con paginación/segmentación

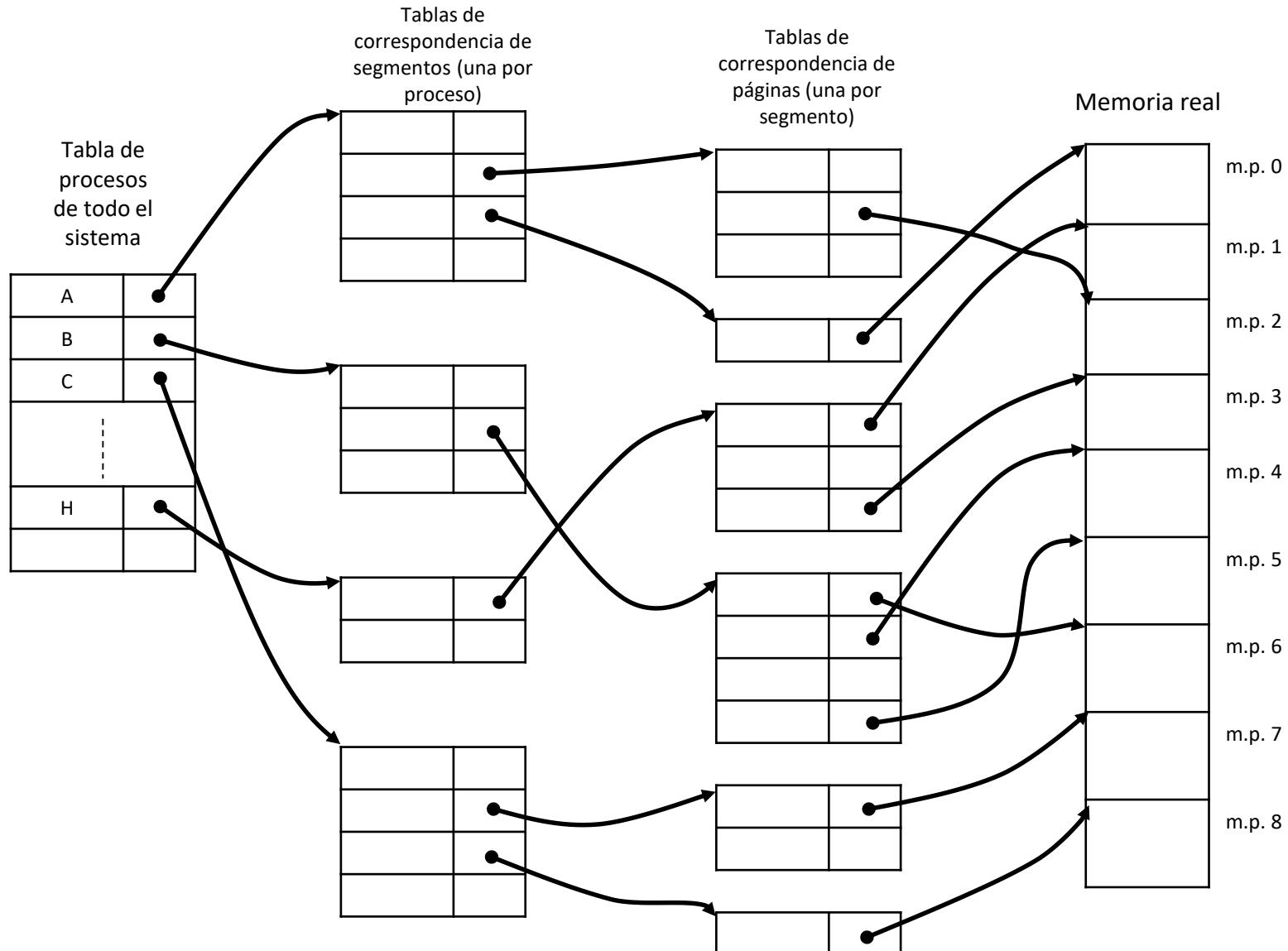
Para este tipo de sistemas, se requiere del manejo de tres niveles de tablas:

- En el nivel más alto está la tabla de procesos que contiene una entrada por cada proceso en el sistema.
- Dicha entrada, entre otra información, tiene un apuntador a la tabla de correspondencia de segmentos (TCS), la cual cuenta con una entrada por cada segmento en que se dividió el proceso.
- Las entradas de la TCS, cuentan con un apuntador a la tabla de correspondencia de páginas (TCP), cuando el valor de $r=1$.
- A su vez, las entradas de la TCP, cuentan con un apuntador a la memoria real indicando en qué marco de página se encuentra la página virtual de la dirección virtual dada, cuando el valor de $r=1$.
- En este caso, no estamos considerando que se maneja memoria asociativa.

3 Administración de Memoria

3.8 Traducción dinámica de direcciones. Paginación/Segmentación

Estructura de tablas para un sistema con paginación/segmentación



Traducción dinámica de direcciones en un sistema de paginación/segmentación

Ejercicio tarea 1

Para cada marco de página del diagrama anterior, indica qué página, de qué segmento y de qué proceso se encuentra almacenada.

Por ejemplo, en el marco de página cero está: página 0, segmento 2, del proceso A.