

Curso: Sistemas Operativos  
3. Administración de memoria  
(Parte III)

### 3 Administración de Memoria

#### 3.5 Asignación No-contigua de Memoria

Al inicio del Tema 3. Administración de Memoria, vimos que la asignación de memoria, de manera general podía ser:

- **Contigua:** los procesos entran completos (programa y datos) a la memoria y se colocan en direcciones consecutivas.
- **No-contigua:** los procesos se dividen en bloques; el contenido de cada bloque se almacena de forma consecutiva; no todos los bloques del proceso están en memoria y los que están, no necesariamente están consecutivos.

Ya revisamos las diferentes formas de organizar la memoria en asignación contigua, ahora veremos cómo se organiza en asignación no-contigua.

#### **Asignación no-contigua de memoria**

Surgimiento.

Con el tiempo, el seguir utilizando asignación contigua con multiprogramación, resultaba un problema porque:

- La mayoría de los sistemas ya manejaban multiprogramación muy alta, es decir, se requería ejecutar muchos procesos de forma concurrente.
- Por la capacidad de memoria, no todos los procesos tenían asignados espacio en memoria y las colas de procesos en espera, eran muy largas.

Con objeto de superar dichos problemas, surge el concepto de **Memoria Virtual**.

### 3 Administración de Memoria

#### 3.6 Memoria Virtual

#### Memoria Virtual.

La Memoria Virtual es una técnica de administración de memoria propuesta en 1961 por Fotheringham.

Se llama Memoria Virtual porque da la capacidad para obtener acceso a direcciones en un espacio de almacenamiento mucho mayor que el disponible en memoria física. A estas direcciones se les llaman direcciones virtuales.

Características:

- Los programas en ejecución hacen referencia a **direcciones virtuales**, las cuales pueden ser direcciones que sobrepasen a las direcciones físicas.
- Las direcciones físicas (de la RAM), reciben el nombre de **direcciones reales**.
- Aunque los procesos sólo hacen referencia a direcciones virtuales, deben ejecutarse en memoria real.
- Por tanto, se debe establecer la correspondencia entre las direcciones virtuales y las reales durante la ejecución de un proceso.

Dirección virtual       $\xrightarrow{\text{correspondencia}}$       Dirección real

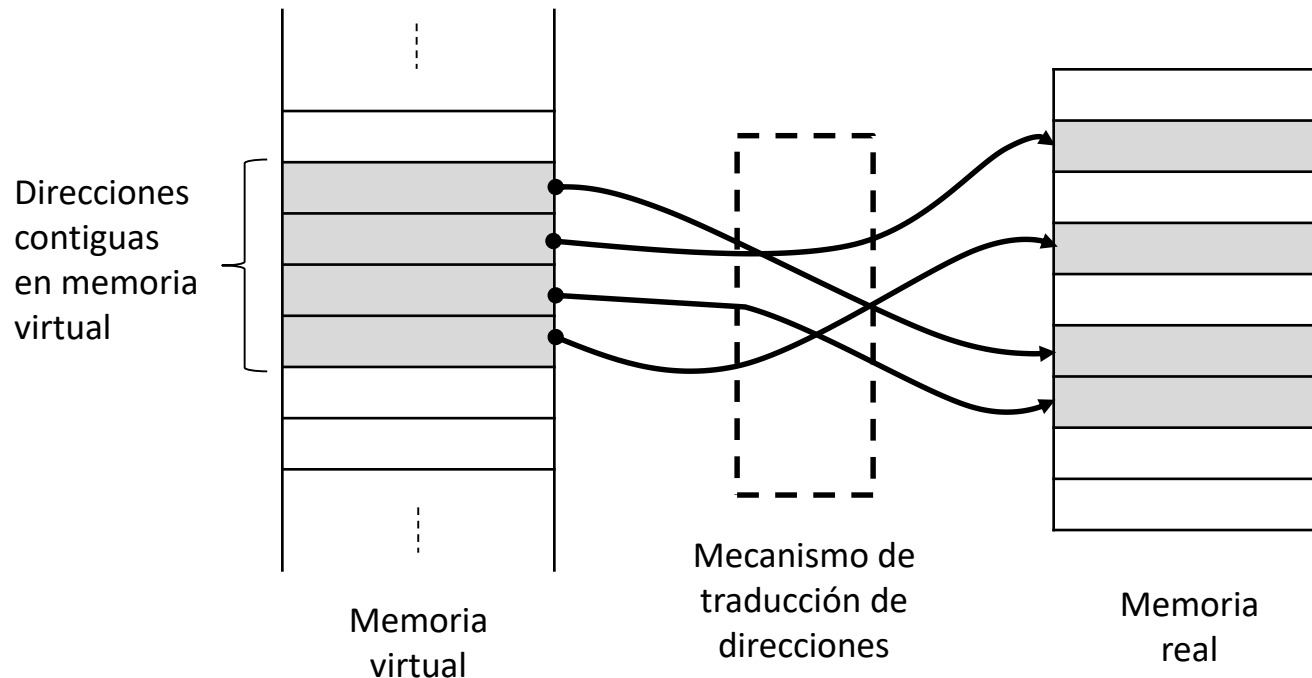
### 3 Administración de Memoria

#### 3.6 Memoria Virtual

## Memoria Virtual.

Características (continuación):

- Existen varios métodos para asociar (traducir) direcciones virtuales a reales. Este proceso se le denomina **traducción dinámica de direcciones**, el cual debe ser rápido para no degradar el rendimiento del sistema.
- En estos sistemas, se tiene la propiedad de que las direcciones contiguas en el espacio de direcciones virtuales de un proceso, no son necesariamente contiguas en memoria real (contigüidad artificial).



## 3 Administración de Memoria

### 3.6 Memoria Virtual

#### **Memoria Virtual.**

##### Características:

- La memoria virtual, donde reside completo el proceso a ejecutarse, se ubica físicamente en memoria auxiliar o secundaria. Por lo que, cuando se ejecuta, código y datos se requieren colocar en memoria principal (real).
- Como los procesos concurrentes generalmente no caben completos en memoria real, por tanto sólo las partes del código y datos, requeridos para su ejecución en tiempo real, son las que deben estar en la RAM.
- Es así que los procesos se dividen en **bloques**, los cuales son las unidades que se colocan en memoria real. De esta forma, es más sencillo para el sistema, registrar dónde se encuentra un bloque determinado en memoria real; en lugar de registrar direcciones individuales en un mapa de correspondencia de traducción de direcciones virtuales a reales; el cual resultaría muy grande.

Ahora revisaremos los métodos que existen para realizar **Traducción dinámica de direcciones**.

### 3 Administración de Memoria

#### 3.7 Traducción dinámica de direcciones

#### **Traducción dinámica de direcciones.**

Generalidades.

- Se emplean mapas de traducción de direcciones para saber qué bloques de memoria virtual están en memoria real y en dónde.
- La dirección virtual, se conforma por dos secciones:

Número de bloque (b)	Desplaza- miento (d)
-------------------------	-------------------------

- Y así la representaremos:  $v=(b,d)$ ; más adelante entenderemos el uso de cada sección para el cálculo de la dirección real.

Funcionamiento.

- Cada proceso tiene su tabla de correspondencia de bloques (TCB), la cual la maneja y actualiza el gestor de memoria virtual.
- La TCB tiene un renglón (entrada) por cada bloque en que se dividió el proceso. El cual tiene información del bloque como: si está en memoria real y, en caso de que sí, su dirección inicial, permisos de acceso al bloque (lectura, escritura, ejecución), entre otros. Esta tabla está en memoria real y se almacena de forma contigua.
- También, cada proceso, en su bloque de control de procesos (PCB), tiene el registro **a** con la dirección inicial de su TCB.

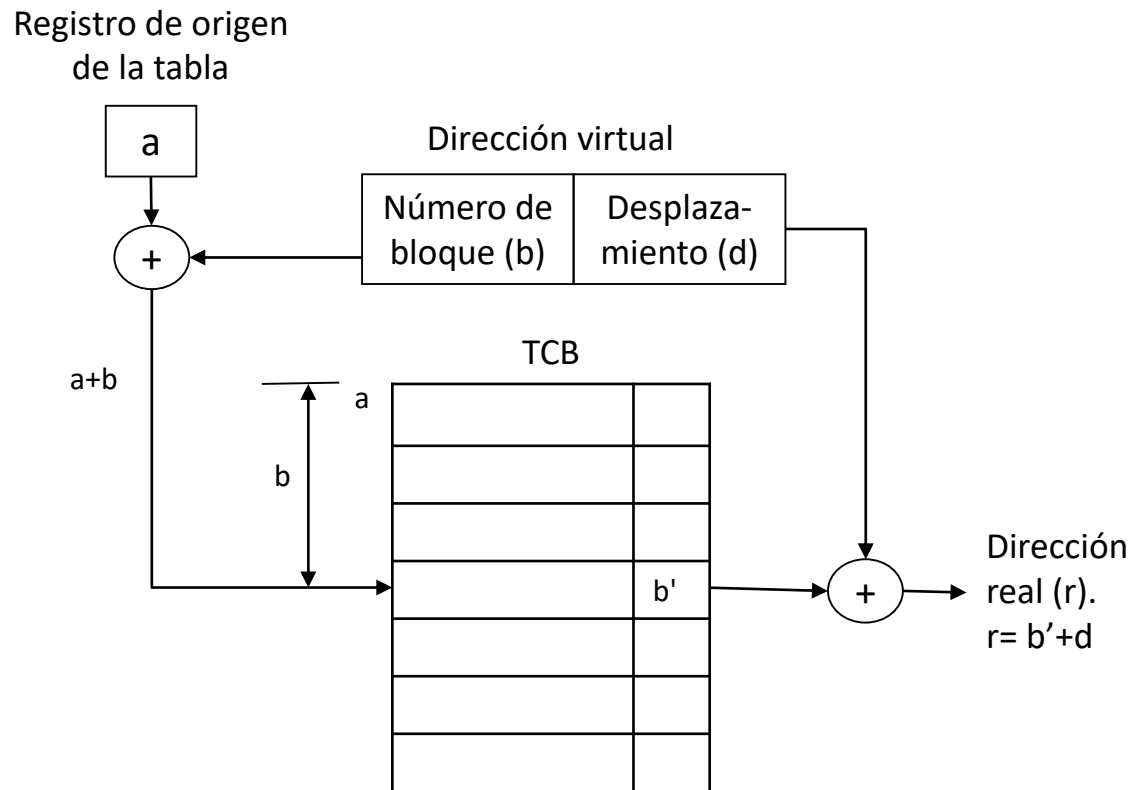
### 3 Administración de Memoria

#### 3.7 Traducción dinámica de direcciones

#### Traducción dinámica de direcciones.

Funcionamiento.

- Forma esquemática del cálculo de la dirección real de una dirección virtual dada:



$b'$  es la dirección de inicio del bloque en memoria real y se obtiene de la entrada de la TCB que corresponde al número de bloque  $b$  de la dirección virtual.

$d$  es el número de direcciones que hay que sumar, desde el inicio del bloque en memoria real  $b'$ , para obtener la dirección real de la dirección virtual dada.

## Traducción dinámica de direcciones.

Respecto a los bloques.

- ¿De qué tamaño es conveniente que sea un bloque?
  - Si son grandes, se reduce el uso extra de memoria para la TCB (menos entradas); sin embargo tardan más en ser transferidos a memoria real y consumen más memoria real, lo que limitan el número de procesos que pueden compartir la memoria real.
  - Si son pequeños, aumenta el uso extra de memoria para la TCB (muchas entradas); sin embargo, aumenta el número de procesos que pueden compartir la memoria real. En cuanto a la transferencia a memoria real tardan menos pero esta transferencia se realiza más veces.
- ¿Deben ser del mismo tamaño o de diferente tamaño?
  - Si son del mismo tamaño, el manejo de los bloques no es complejo; sin embargo se pueden presentar fragmentos. Cuando los bloques son del mismo tamaño, se les denomina **páginas** y a la organización de memoria virtual correspondiente se le conoce como **paginación**.
  - Si los bloques son de diferente tamaño, su manejo es un tanto complejo; sin embargo existe mayor aprovechamiento de memoria ya que se presentan huecos, los cuales pueden someterse a tratamientos (condensación y compactación). Cuando los bloques son de diferente tamaño, se les denomina **segmentos** y a la organización de memoria virtual correspondiente se le conoce como **segmentación**.



## Traducción dinámica de direcciones.

### Paginación.

Revisemos primeramente la traducción dinámica de direcciones en un sistema de paginación, donde los bloques son del mismo tamaño, denominados páginas.

Características.

- Una dirección virtual en un sistema de paginación, es un par ordenado **(p,d)**, en el cual **p** es el número de página de la memoria virtual en la que se encuentra el elemento al que se le hace referencia y **d** es el desplazamiento dentro de **p** donde se localiza dicho elemento.

Número de pagina (p)	Desplaza- miento (d)	Dirección virtual $v = (p,d)$
-------------------------	-------------------------	----------------------------------

- Como un proceso puede ejecutarse sólo si su página activa se encuentra en memoria real, entonces las páginas se deben transferir de memoria secundaria a principal.
- La colocación de las páginas en memoria real, se realiza dentro de bloques llamados **marcos de página**.

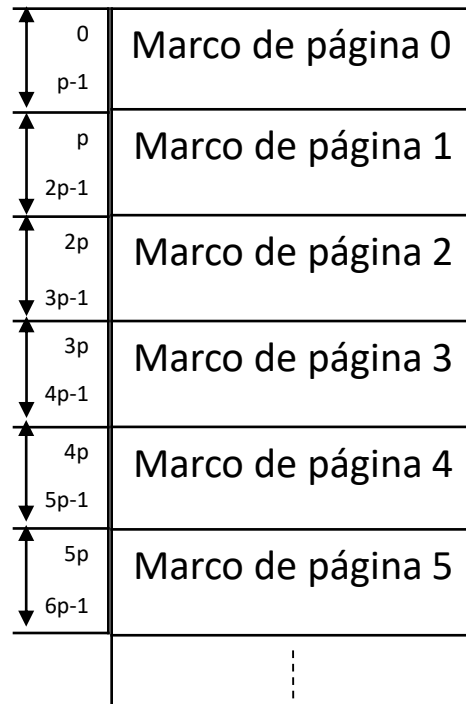
### 3 Administración de Memoria

#### 3.8 Traducción dinámica de direcciones. Paginación

#### Traducción dinámica de direcciones en un sistema de Paginación

Características (continuación).

- La memoria real, entonces se divide en marcos de página. Estos marcos son todos del mismo tamaño y del tamaño de la página virtual.
- De manera esquemática, la memoria real así se encuentra dividida:



Memoria real

$p$  indica el tamaño de página; por tanto, también del tamaño de los marcos de página.

Las direcciones que ocupa cada marco de página van de la  $\text{Num.marco} \cdot p$  a la  $(\text{Num.marco}+1) \cdot p - 1$

Se puede observar que los marcos de página se numeran a partir de 0

## Traducción dinámica de direcciones en un sistema de Paginación

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

Vamos a conocer cada una.

### Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia directa.

Procedimiento.

- Antes de que un proceso comience su ejecución, el sistema carga su tabla de correspondencia de páginas (TCP) con datos iniciales y la dirección de inicio de ella, en el registro **a**. Si el proceso se divide en **n** páginas, entonces la TCP tendrá **n** entradas.
- Un proceso en ejecución hace referencia a una dirección virtual  $v=(p,d)$
- Se suma la dirección **a** con el número de página **p** para obtener la dirección de la entrada de la TCP donde está información de dicha página. Las páginas, para cada proceso, se numeran de la 0 a la  $n-1$ .
- La información mínima de las entradas de la TCP es la siguiente:

bit de residencia en memoria real (r)	Dirección de memoria secundaria (s)	Número de marco de página ( $p'$ ), si $r=1$
---------------------------------------	-------------------------------------	--

### Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia directa.

Procedimiento (continuación).

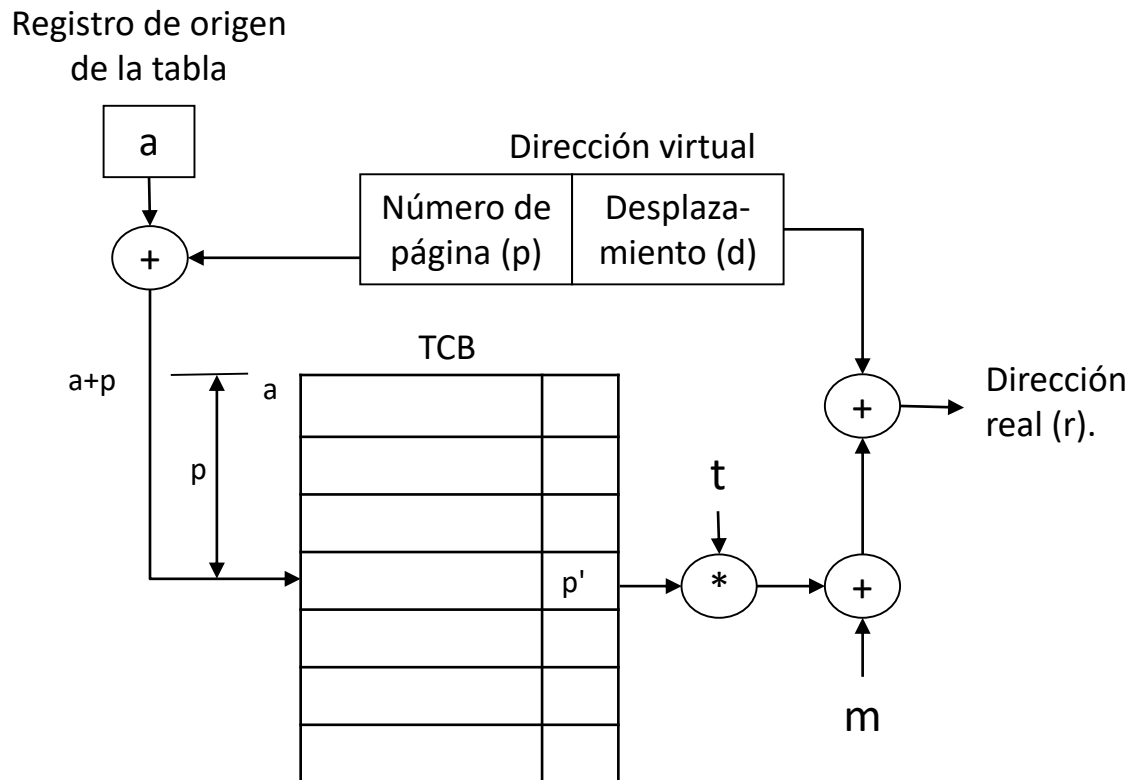
- Si el bit de residencia en memoria **r** está en 1, entonces la página sí esta en memoria real y se continúa con el cálculo de la dirección real. Si  $r=0$ , entonces ocurre un **fallo de página**, por lo cual hay que bloquear al proceso que está en ejecución hasta que se transfiera la página requerida a memoria real.
- Entonces si  $r=1$ , se lee de la entrada de la TCP, el número de marco de página **p'** donde se encuentra la página **p** de la dirección virtual.
- Se procede a calcular la dirección inicial del marco de página **p'**. Para realizar este cálculo, se requiere saber cuál es la dirección **m** del primer marco de página para el usuario. Por lo que el marco de página inicia en la dirección:  $p' \cdot t + m$ ; siendo **t** el tamaño de la página.
- Una vez teniendo la dirección inicial del marco de página **p'**, se le suma el desplazamiento **d** indicado en la dirección virtual, dando como resultado la **dirección real**.

### 3 Administración de Memoria

#### 3.8 Traducción dinámica de direcciones. Paginación

##### Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia directa.

- Forma esquemática de la traducción de la dirección virtual a la dirección real en un sistema de paginación por correspondencia directa.



$p'$  es el número del marco de página donde se encuentra la página  $p$ .

$t$  es el tamaño de página.

$m$  es la dirección inicial de memoria para el usuario.

$d$  es el número de direcciones que hay que sumar, desde el inicio del marco de página donde está la página  $p$ , para obtener la dirección real de la dirección virtual dada.

### **Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia directa.**

#### **Ejercicio 1.**

Un cierto sistema maneja memoria virtual con paginación por correspondencia directa. Hay tres procesos activos: A (150k), B(75k) y C(180k). Si el tamaño de página  $t$  es de 50k:

a) ¿De qué tamaño es la Tabla de correspondencia de páginas (TCP) de cada proceso?

Respuesta:

La TCP de A, tiene tres entradas. Redondeo de  $150/50$

La TCP de B, tiene dos entradas. Redondeo de  $75/50$

La TCP de C, tiene cuatro entradas. Redondeo de  $180/50$

b) ¿Qué páginas de qué procesos tendrán un fragmento?

Respuesta:

Recordemos que los fragmentos se generan cuando la página no cubre en su totalidad el espacio asignado en memoria principal, en este caso el marco de página.

Observamos que el proceso A se dividió en tres páginas, cada página es de 50k; por lo tanto las tres cubren totalmente el marco de página cuando se le asigne.

Para el proceso B, la primera página (página 0) cubre el marco de página, pero la página 1 solo ocupa 25k, dejando un fragmento de 25k

Haciendo lo mismo para el proceso C, vemos que la página 3 ocupa sólo 30k, lo que se genera un fragmento de 20K.

3 Administración de Memoria  
3.8 Traducción dinámica de direcciones. Paginación

**Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia directa.**

**Ejercicio 1 (continuación).**

- c) La información de la tabla de correspondencia de páginas de cada proceso se muestra a continuación. Si existen en memoria real, 6 marcos de página (del 0 al 5) para el usuario, la dirección de inicio del marco 0 es la 70k; muestra cómo está ocupada la memoria real por páginas de los procesos. Indica además, la dirección de inicio de cada marco de página, así como los fragmentos si se presentan.

TCP proceso A

r	s	p'
0	100k	-
1	150k	3
0	200k	1

TCP proceso B

r	s	p'
1	400k	4
1	450k	0

TCP proceso C

r	s	p'
1	300k	5
0	350k	2
0	500k	-
1	550k	2

### 3 Administración de Memoria

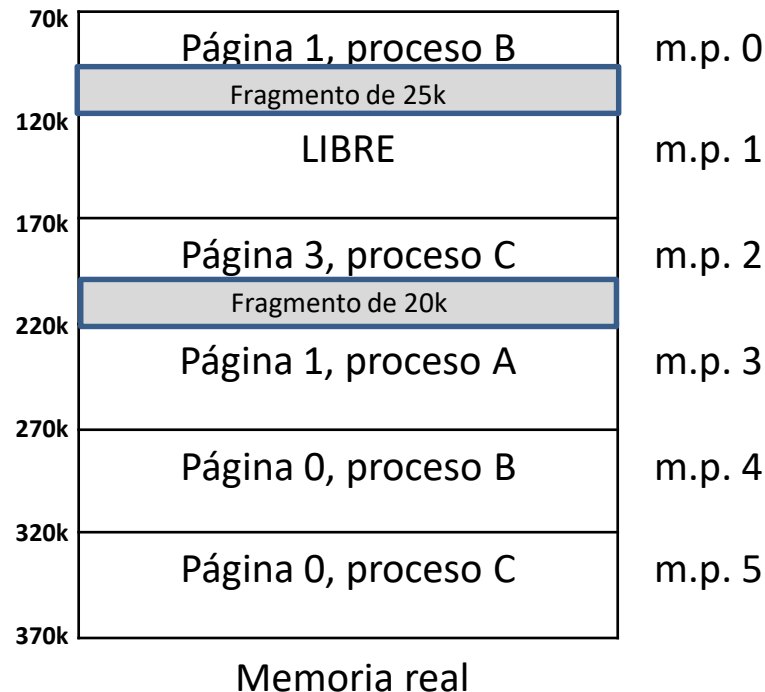
#### 3.8 Traducción dinámica de direcciones. Paginación

#### Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia directa.

##### Ejercicio 1 (continuación).

c) Respuesta:

Sólo las páginas virtuales que en su correspondiente entrada de la TCP, tienen  $r=1$ , son las que están en marcos de página de la memoria real. Observamos que en algunas entradas de las TCP tienen valor en  $p'$ , sin embargo  $r=0$ ; esto se puede deber a que en algún momento estuvo en ese marco. El sistema no se entretiene en borrar ese dato, sólo cambia el valor de  $r$  a 0



El cálculo de la dirección inicial de cada marco de página de obtiene por:

$$50k * \text{Num.marco} + 70k$$

m.p.  $\rightarrow$  marco de página



3 Administración de Memoria  
3.8 Traducción dinámica de direcciones. Paginación

**Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia directa.**

**Ejercicio 1 (continuación).**

- d) Partiendo de la situación de memoria real del inciso c), realiza la traducción a direcciones reales de las siguientes direcciones virtuales. Nota: el desplazamiento está en k.

Proceso	Dirección virtual
B	(0, 18)
A	(1,5)
C	(2,23)
A	(3, 9)
C	(1, 50)

Respuesta

Proceso	Dirección virtual	Dirección real
B	(0, 18)	$p' \rightarrow 4$ ; $4 * 50K + 70k + 18k = 288k$
A	(1,5)	$p' \rightarrow 3$ ; $3 * 50K + 70k + 5k = 225k$
C	(2,23)	$r=0$ ; hay fallo de página
A	(3,9)	Error: inexistencia de página. El proceso A tiene páginas de la 0 a la 2
C	(1,50)	Error: Desbordamiento de página; el desplazamiento debe ser de 0 a 50k-1

### **Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia directa.**

Del ejercicio anterior, podemos observar que en el cálculo de la dirección real de una dirección virtual dada, se pueden presentar 4 casos:

1. *Desbordamiento de página.* Ocurre cuando el desplazamiento **d** no está en el rango:  $0 \leq d < t$ ; siendo **t** el tamaño de página. Si  $d \geq t$ , implica que el proceso quiere ocupar direcciones que pertenecen al marco de página siguiente contiguo; por consiguiente, se aborta el proceso.
2. *Inexistencia de página.* Ocurre cuando el número de página **p** es igual o mayor a **n**; siendo **n** el número de páginas del proceso; **p** debe estar en el rango:  $0 \leq p < n$ . Si  $p \geq n$ , implica que quiere acceder a la entrada de una TCP que no le corresponde.
3. *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.
4. *La página virtual **p** 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

### 3 Administración de Memoria

#### 3.8 Traducción dinámica de direcciones. Paginación

#### Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia directa.

##### Ejercicio tarea 1.

Un cierto sistema maneja memoria virtual con paginación por correspondencia directa. Hay 4 procesos activos: A (120k), B(240k), C(35k) y D(80k). El tamaño de página **t** es de 50k. El sistema cuenta con 8 marcos de página (del 0 al 7) para el usuario. La dirección de memoria **m** para el marco de página 0 es 100k.

- a) ¿Qué páginas de qué procesos tendrán un fragmento? ¿De qué tamaño?
- b) La información de la tabla de correspondencia de páginas de cada proceso se muestra a continuación. Muestra cómo está ocupada la memoria real por páginas de los procesos. Indica además, la dirección de inicio de cada marco de página, así como los fragmentos si se presentan.

TCP proceso A

r	s	p'
1	300k	1
0	350k	-
1	400k	3

TCP proceso B

r	s	p'
1	100k	5
1	150k	7
0	200k	-
0	500k	2
1	550	6

TCP proceso C

r	s	p'
1	450k	4

TCP proceso D

r	s	p'
1	600k	2
1	650k	0

3 Administración de Memoria  
3.8 Traducción dinámica de direcciones. Paginación

**Traducción dinámica de direcciones en la paginación por correspondencia directa.**

**Ejercicio tarea 1 (continuación).**

- c) Partiendo de la situación de memoria real del inciso b), realiza la traducción a direcciones reales de las siguientes direcciones virtuales. Nota: el desplazamiento está en k.

Proceso	Dirección Virtual
B	(1, 15)
A	(0,40)
A	(3,23)
C	(0, 19)
B	(3, 0)
D	(0,50)