Multiprogramación

IIC2343 - Arquitectura de Computadores

Nicolás Elliott B. (nicolas.elliott@uc.cl)

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
ESCUELA DE INGENIERÍA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

(II/2019)

¿Qué es multiprogramación?

- Es un forma básica de procesamiento paralelo, utilizando un único procesador.
- Al ser sólo un único procesador, el paralelismo generado no es 100 % real
- Se basa en la ejecución intercalada de los programas, potencialmente en intervalos de tiempo muy pequeños.
- Para el usuario, este esquema de ejecución es percibido como paralelismo real.

¿Qué contiene/define un programa?

1. Memoria: Código, variables, stack

   Buscamos que hayan múltiples programas en memoria.

2. Estado de procesamiento (CPU): PC, SP, registros de usuario, flags

   Necesitamos que la CPU maneje múltiples estados.

¿Como darle memoria a muchos programas distintos?

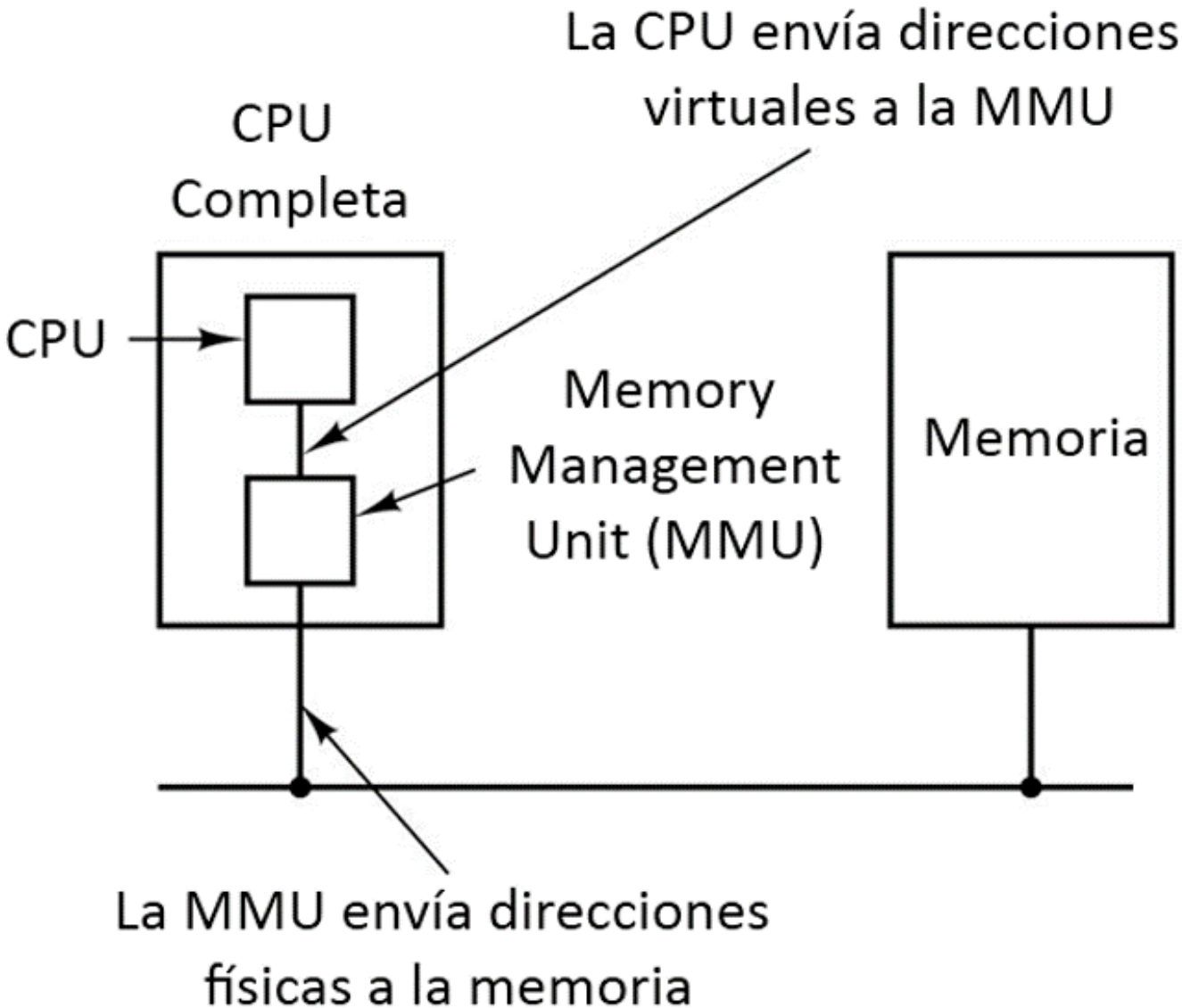
- Simple: Una parte de la memoria a cada programa.

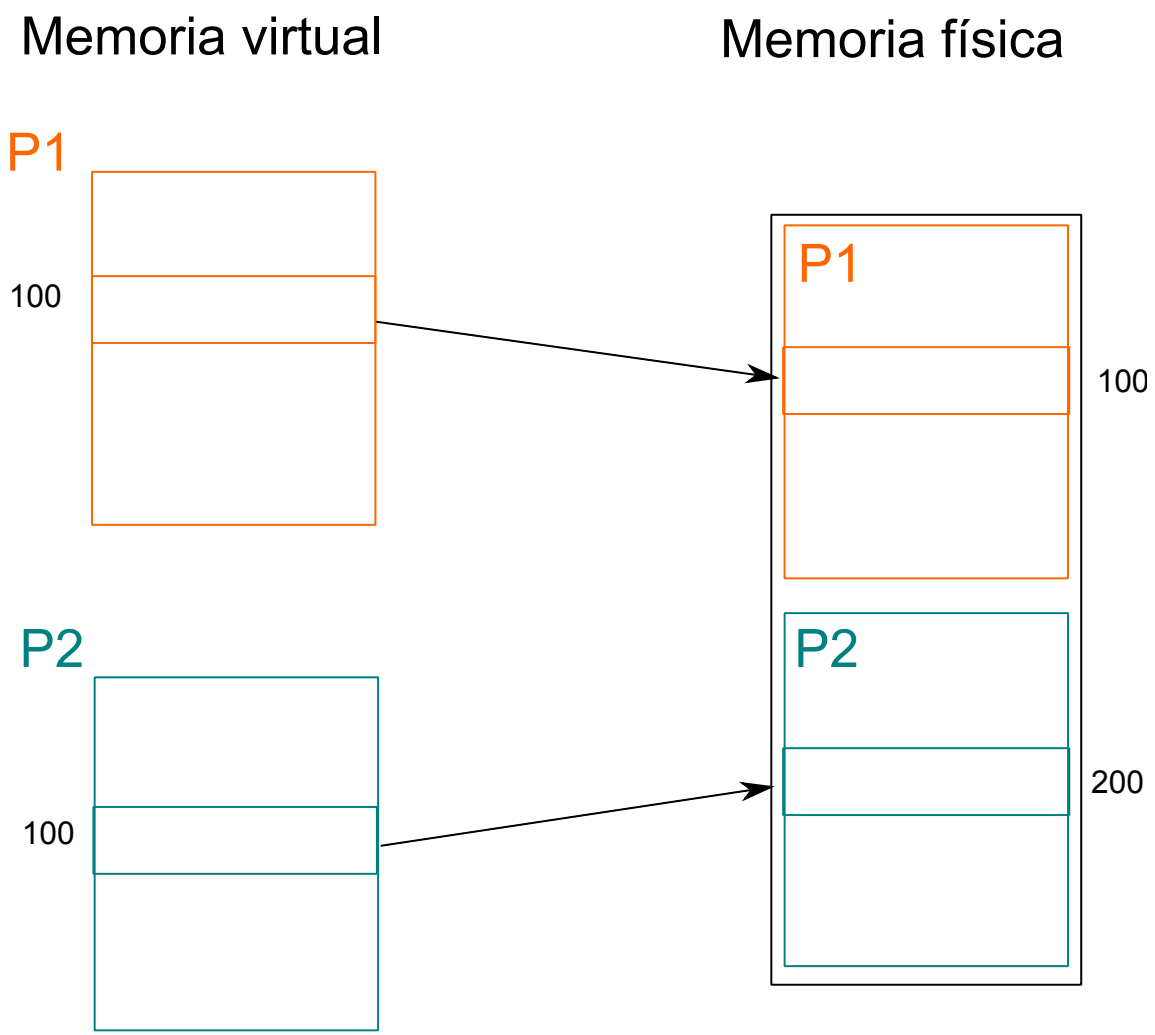
- Problemas:
  1. El programador tiene que saber a priori el espacio de memoria correspondiente.
  2. No hay protección: es posible escribir en los datos de otro programa.
  3. Tamaño de memoria fijo para cada programa.

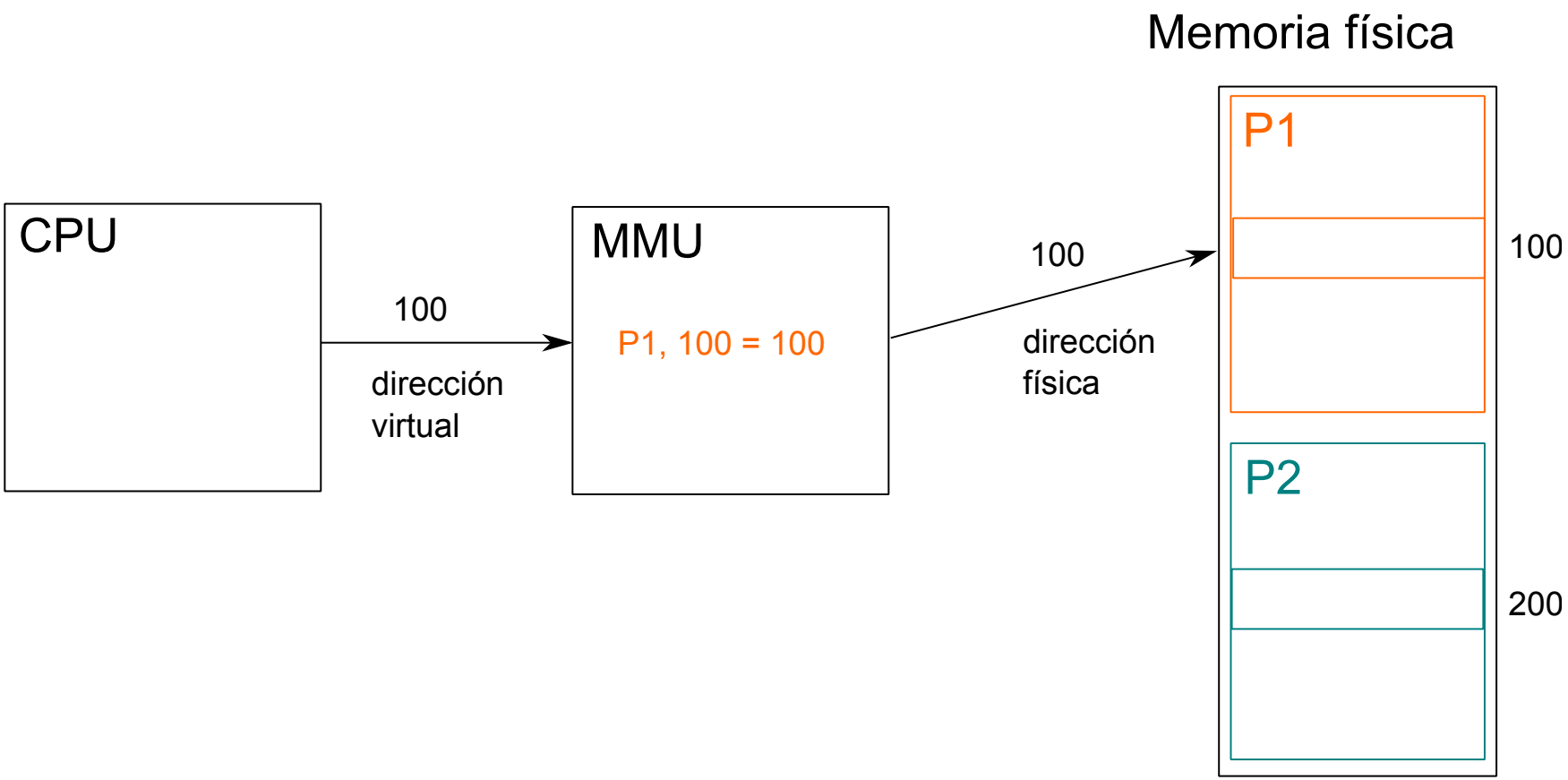
Memoria Virtual soluciona todos los problemas anteriores

- Cada programa trabaja sobre un espacio virtual de memoria, equivalente al espacio direccionable completo.

- Un ïntermediario"transforma las direcciones de ese espacio virtual de memoria a direcciones físicas.


La CPU envía direcciones
virtuales a la MMU
CPU
Completa
CPU
Memory
Management
Unit (MMU)
Memoria
La MMU envía direcciones
físicas a la memoria


Memoria virtual
Memoria física
P1
100
P2
100
P1
100
P2
200


Memoria física
CPU
100
dirección
virtual
MMU
P1, 100 = 100
100
dirección
física
P1
P2
100
200

¿Cómo se pueden mapear direcciones virtuales a físicas?

- Se puede utilizar una tabla por cada programa, donde se indica el mapeo de cada dirección
- Estas tablas pueden guardarse en la memoria principal
- ¿Problema?

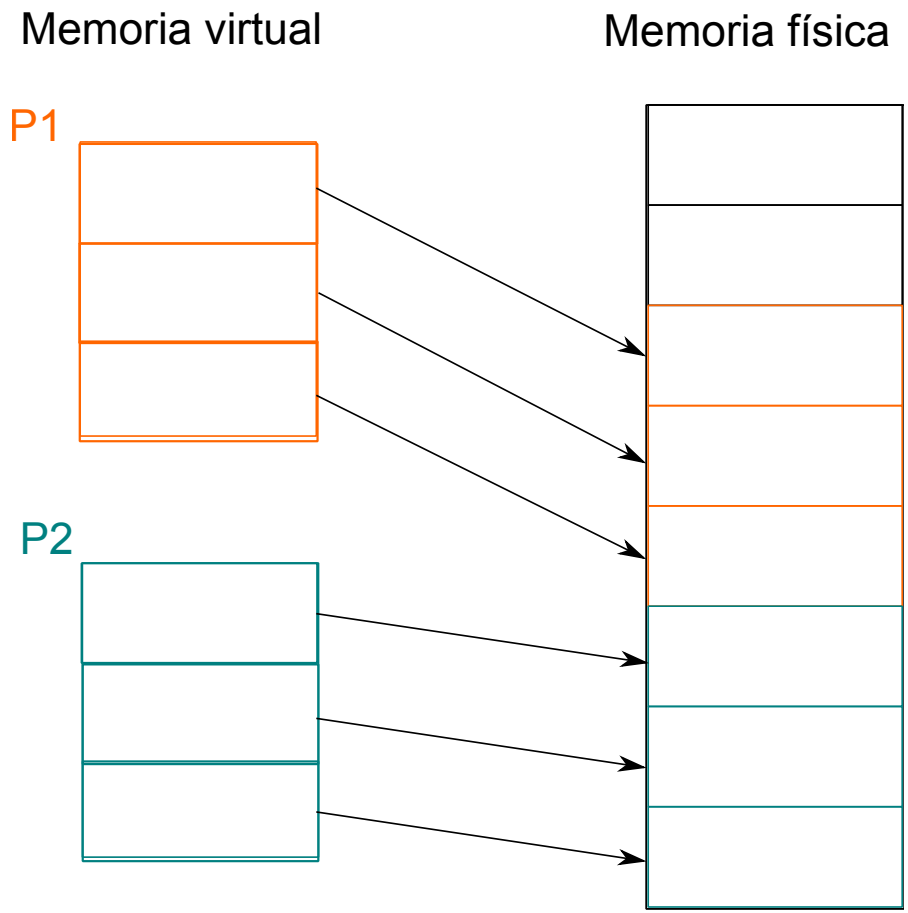
  Una tabla podría tener el mismo tamaño que la memoria física
- Se introduce el concepto de paginación para evitar este problema

¿Cómo se pueden mapear direcciones virtuales a físicas?

- Una página es conjunto de palabras de memoria virtual
- Un marco es el símil de una página, pero en memoria física
- Ahora se almacenan tablas de páginas
- Tamaños habituales de página: 1KB
- Dada una dirección: los n bits más significativos definen el numero de pagina, el resto la ubicación dentro de la pagina (offset)

Página virtual	Marco físico
0	2
1	3
2	4

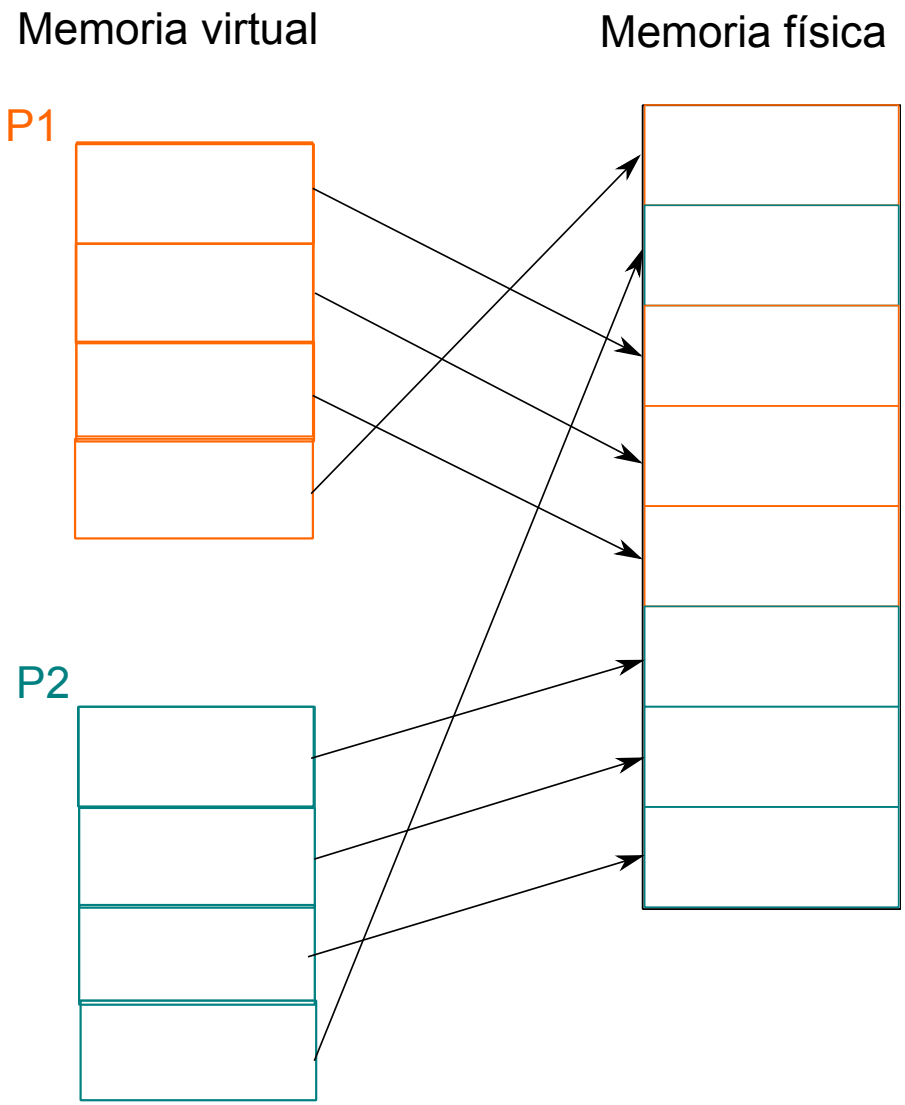
Página virtual	Marco físico
0	5
1	6
2	7

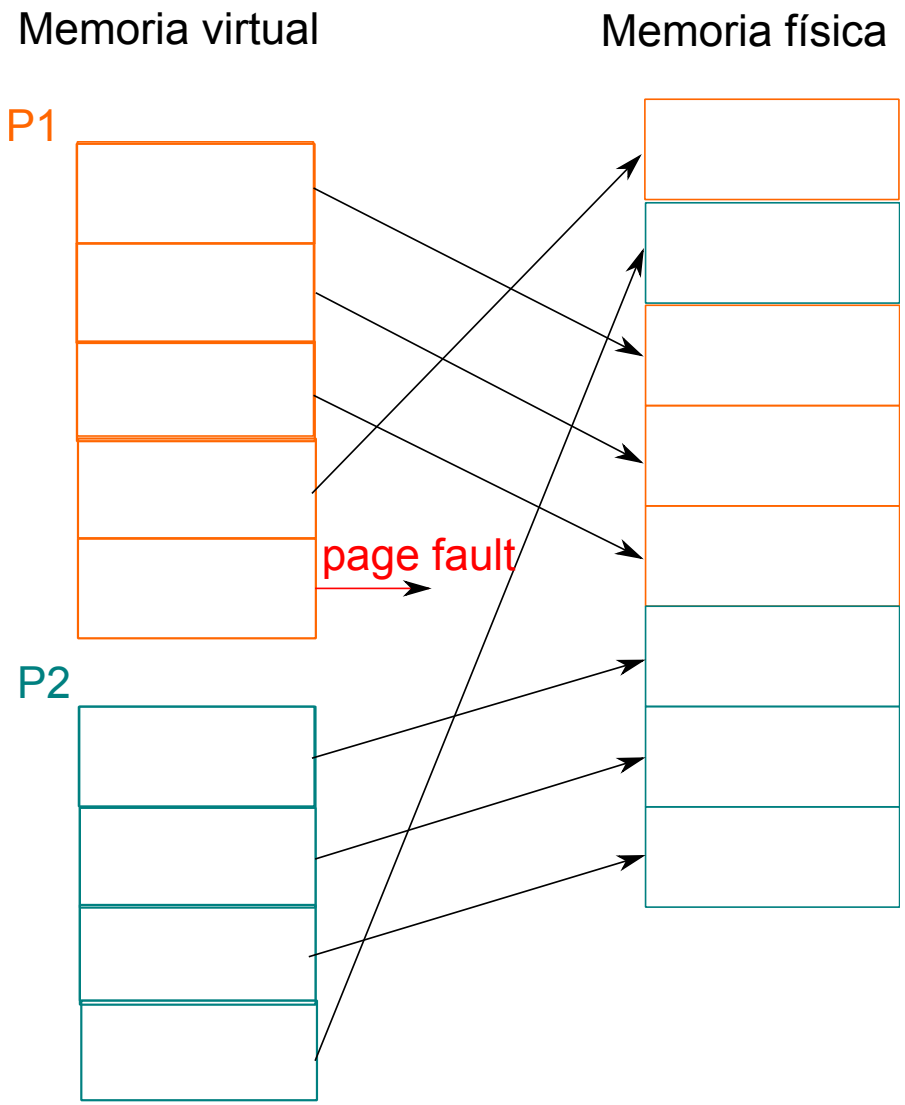


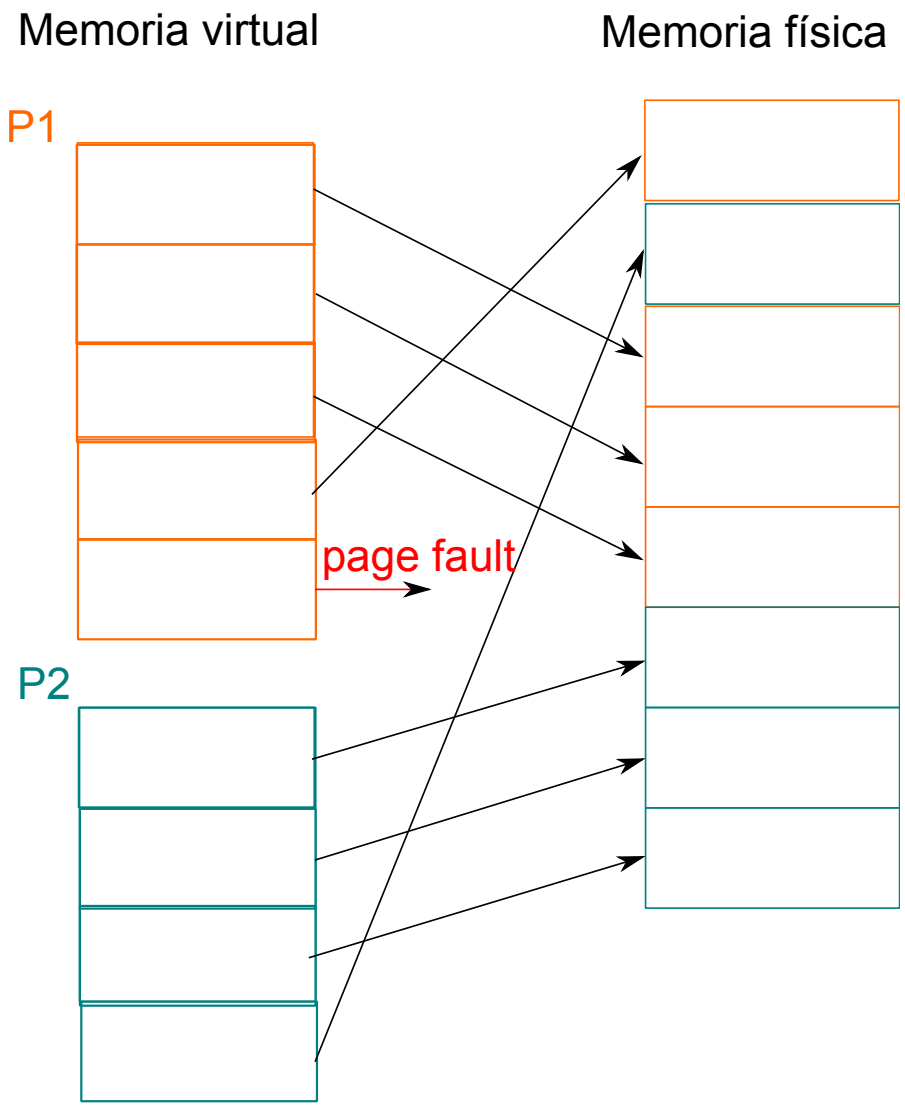
Página virtual	Marco físico	Validez
0	2	1
1	3	1
2	4	1
3	x	0
4	x	0
5	x	0
6	x	0
7	x	0

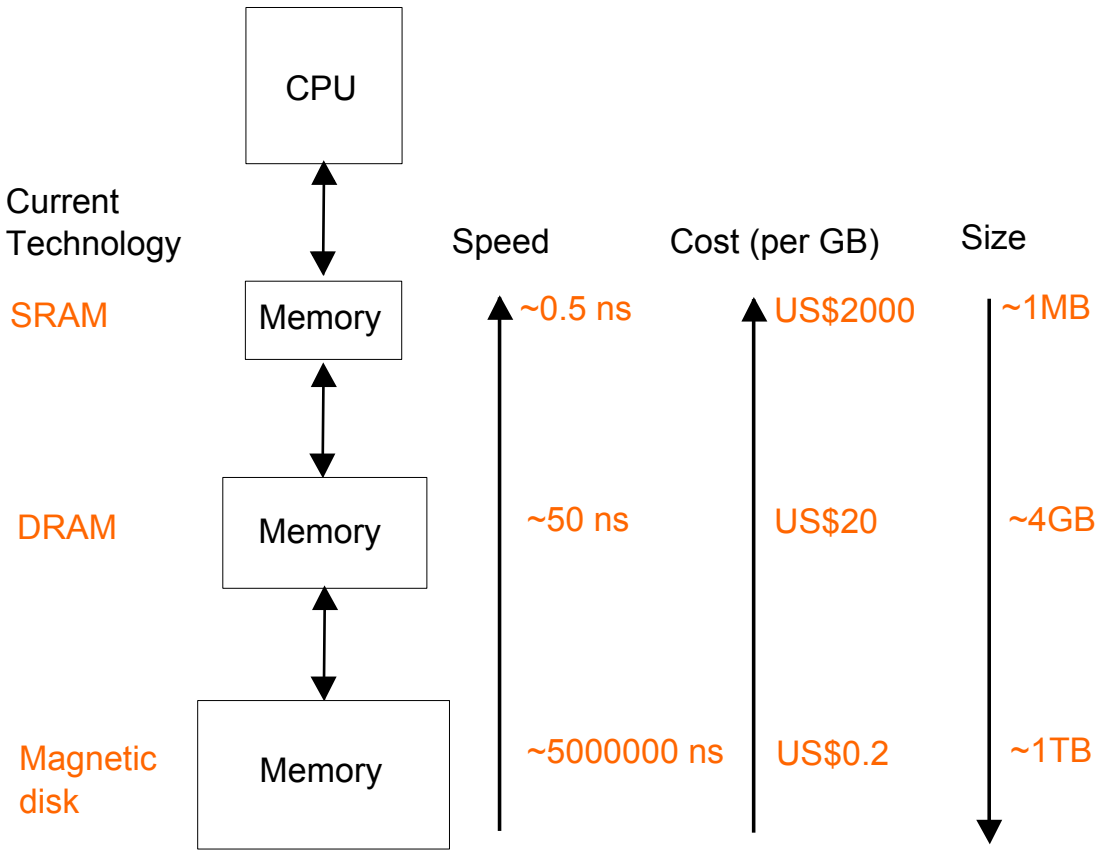
El tiempo de acceso a las tablas de paginación es fundamental

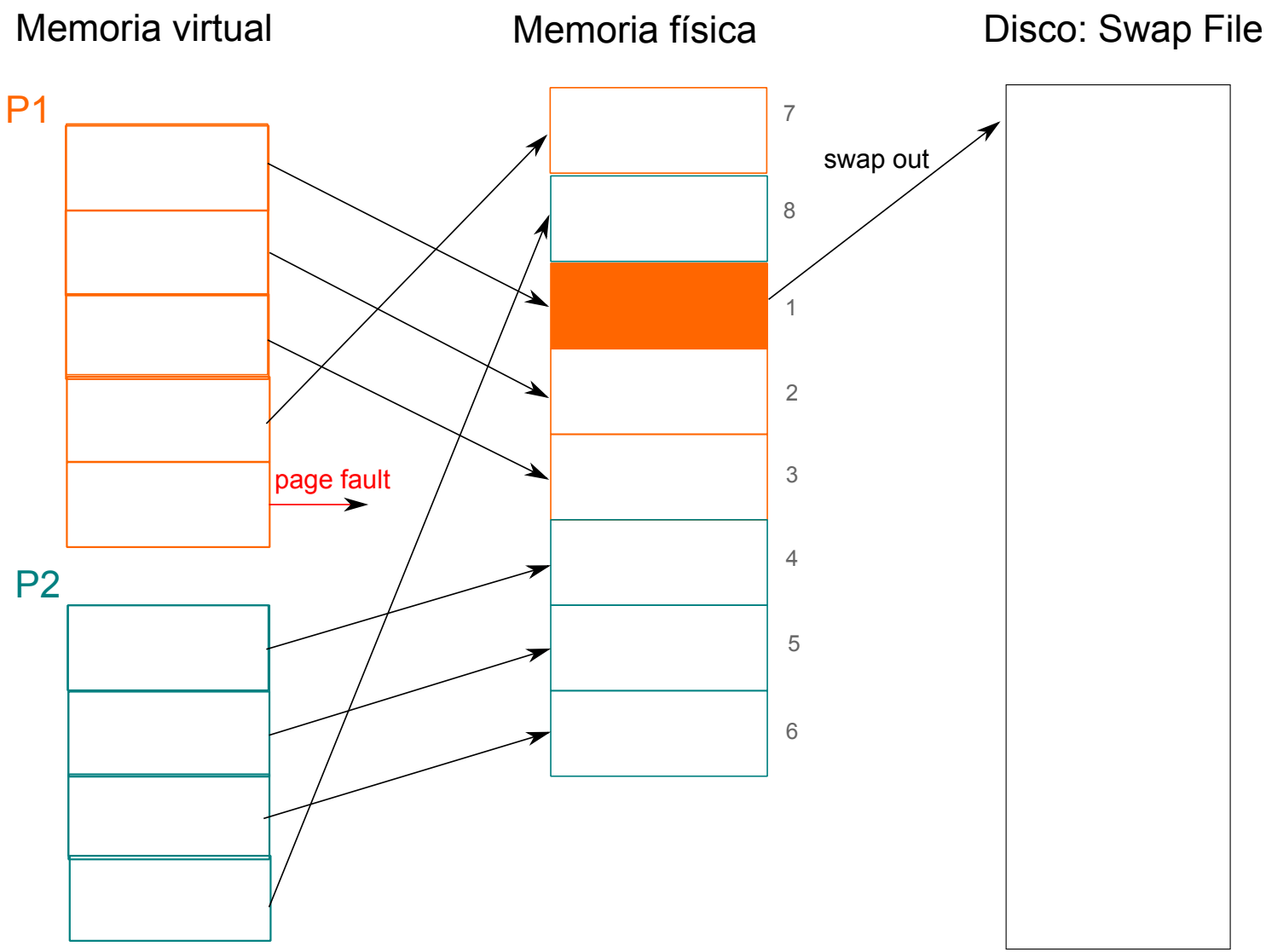
- ¿Cuántos accesos a memoria son necesarios para obtener un dato?
- Para mejorar el rendimiento y evitar este doble acceso a memoria, se agrega una caché dedicada a almacenar entradas de tabla de página.
- Esta caché es conocida como Translation Lookaside Buffer (TLB)

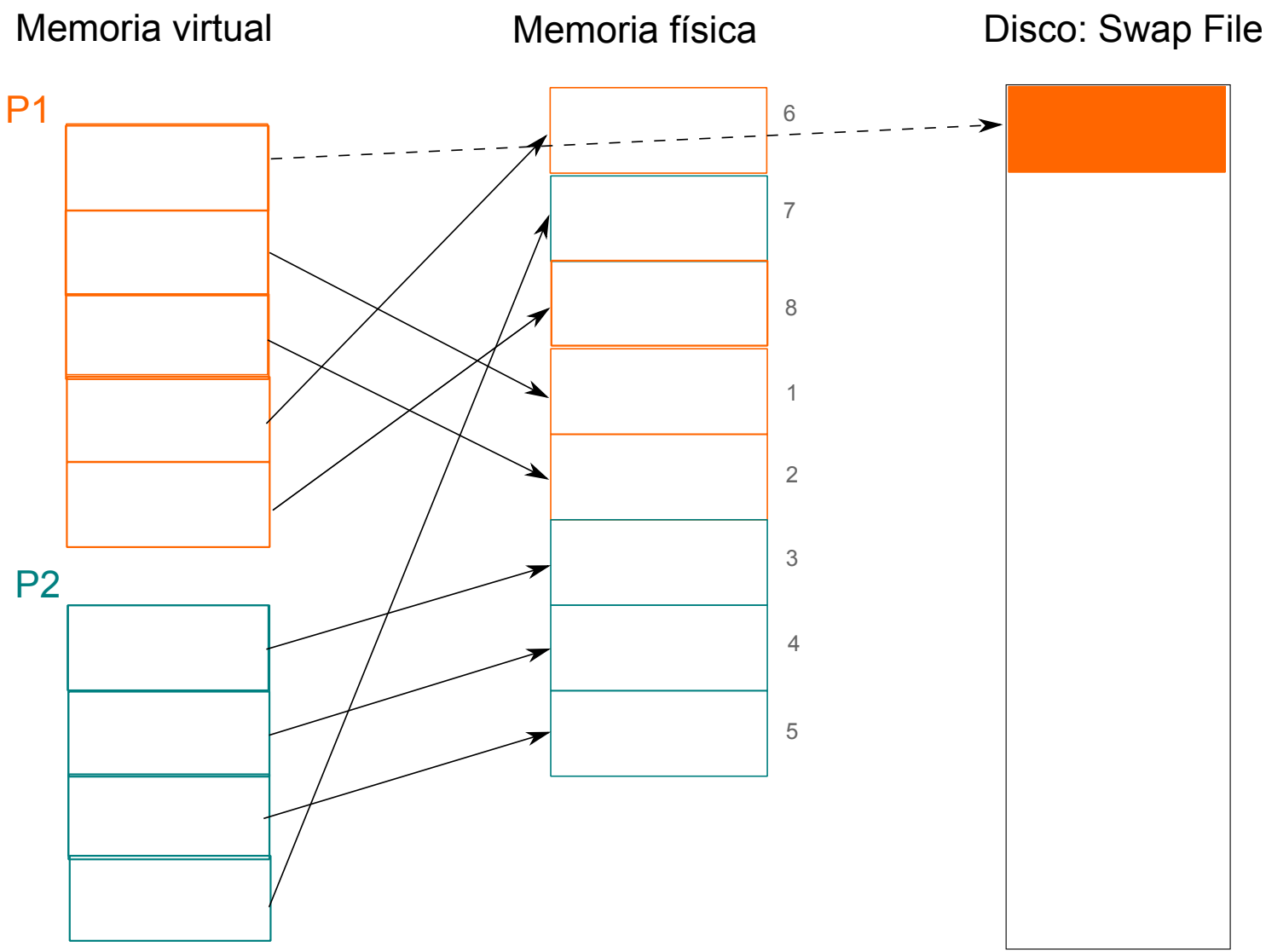

Memoria virtual
Memoria física
P1
P2


Memoria virtual
Memoria física
P1
page fault
P2

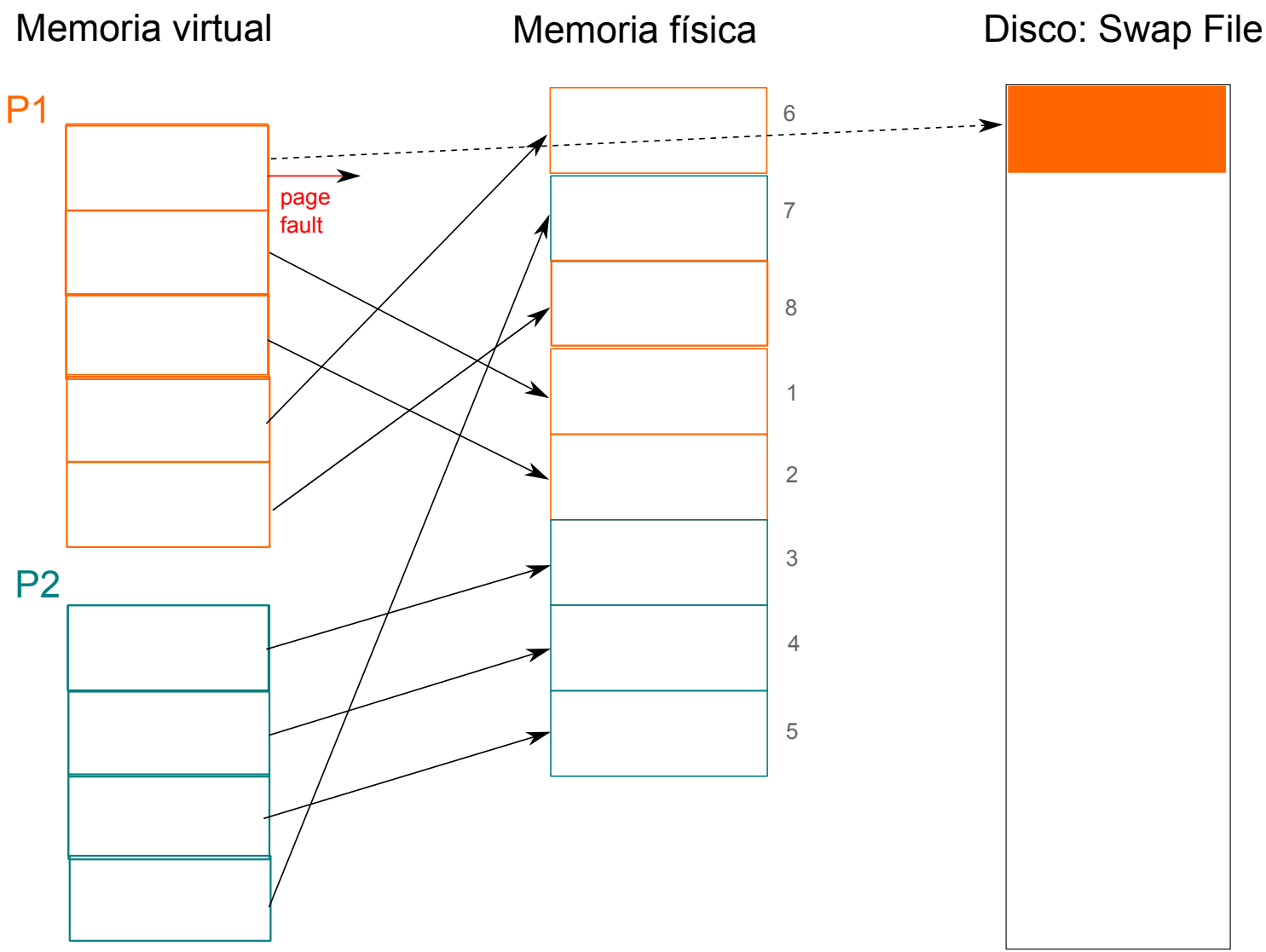

Memoria virtual
Memoria física
P1
page fault
P2

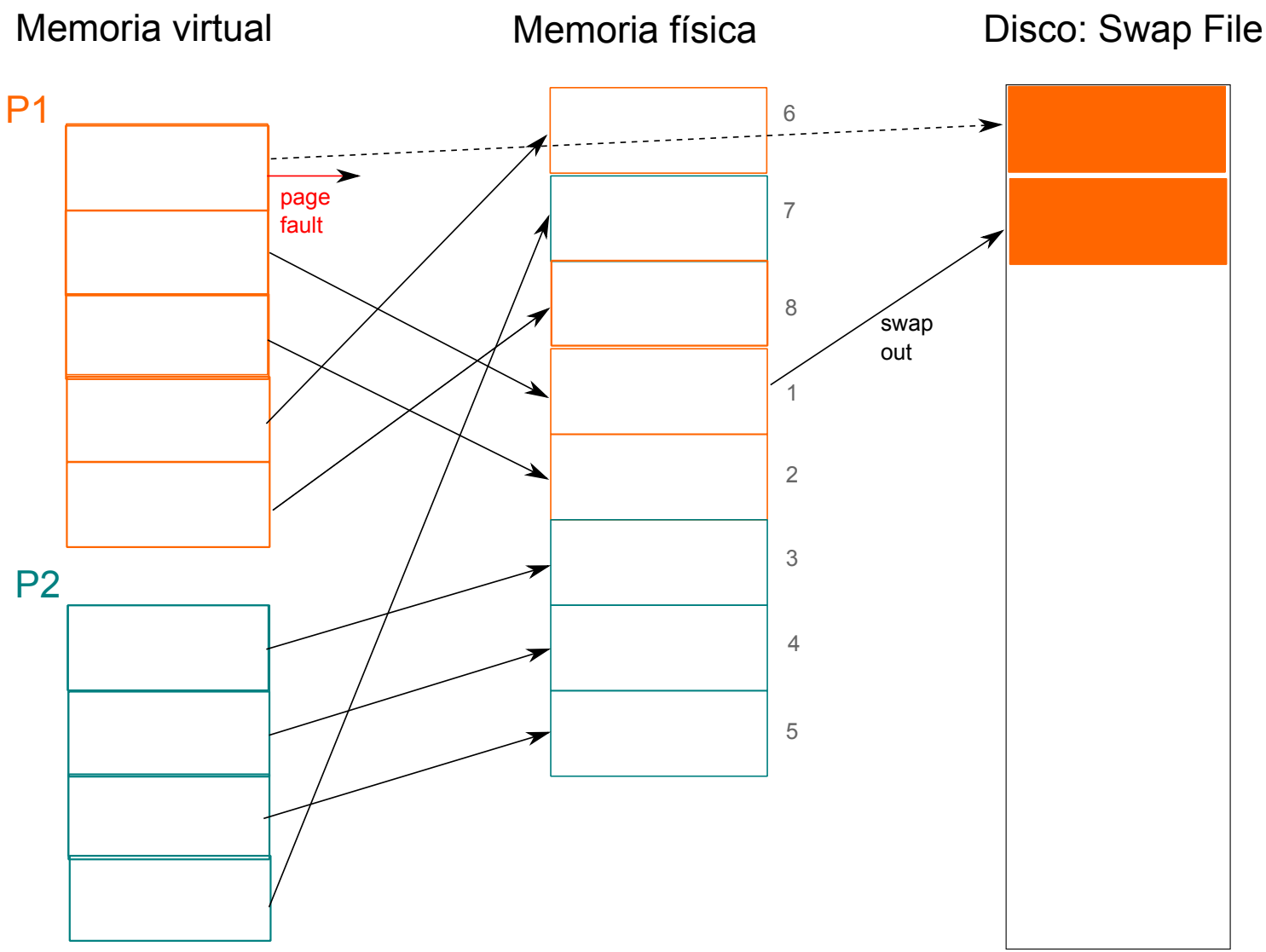

CPU
Current Technology
Speed
Cost (per GB)
Size
SRAM
Memory
~0.5 ns
US$2000
~1MB
DRAM
Memory
~50 ns
US$20
~4GB
Magnetic disk
Memory
~5000000 ns
US$0.2
~1TB

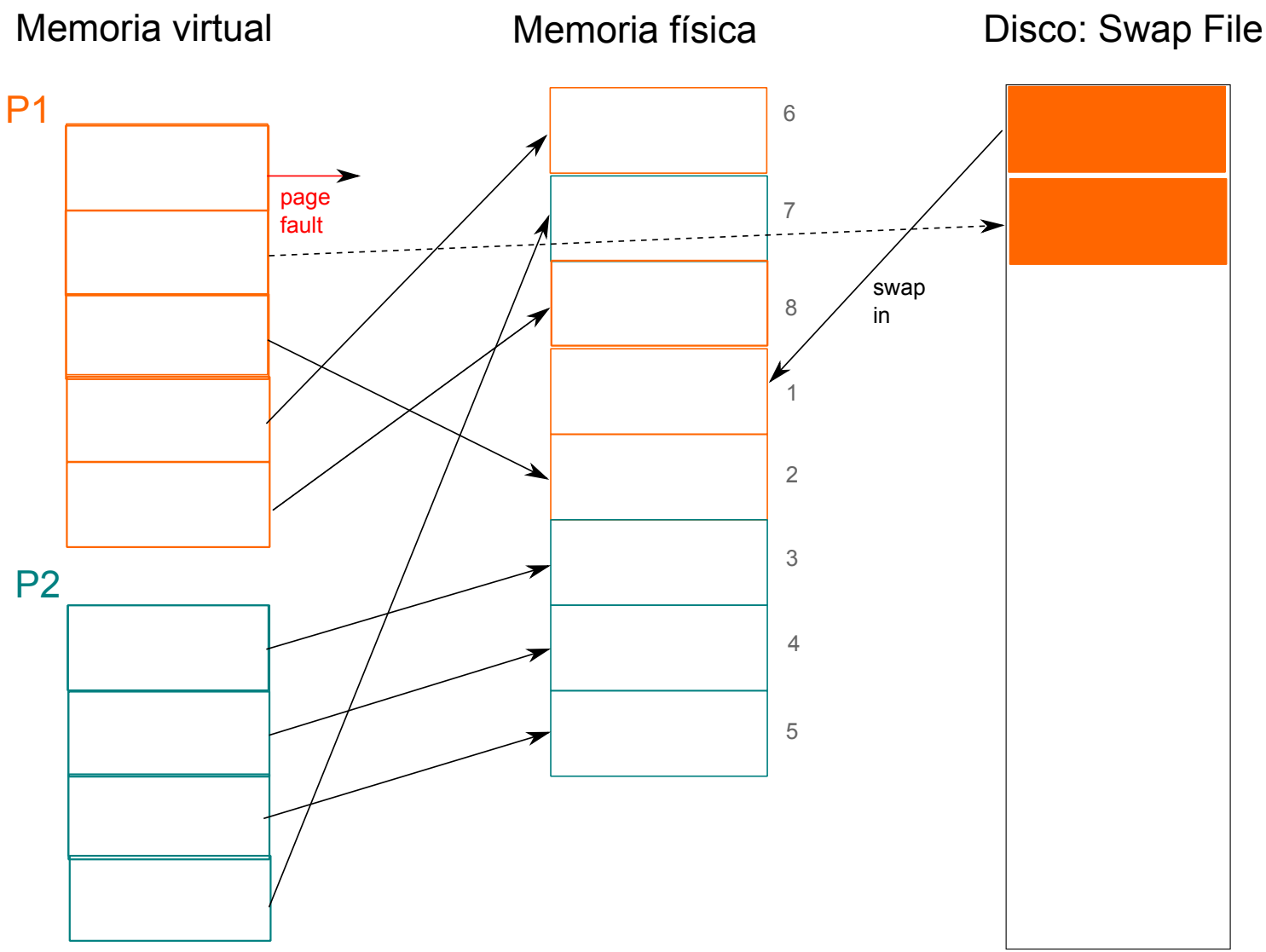

Memoria virtual
Memoria física
Disco: Swap File
P1
P2
page fault
swap out
7
8
1
2
3
4
5
6

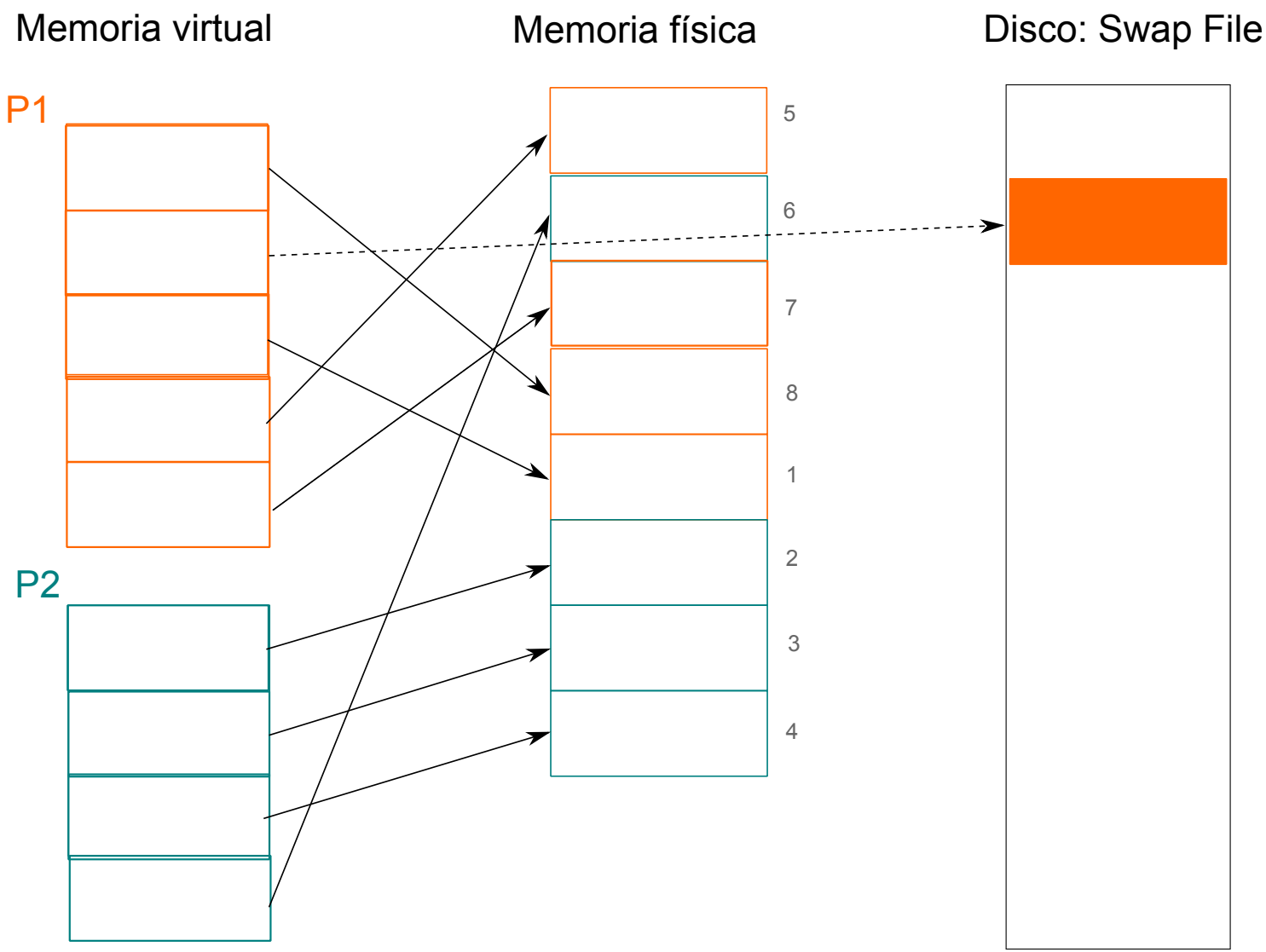

Memoria virtual
Memoria física
Disco: Swap File
P1
P2
6
7
8
1
2
3
4
5

Página virtual	Marco físico	Validez	Disco
0	2	1	1
1	3	1	0
2	4	1	0
3	0	1	0
4	2	1	0
5	x	0	0
6	x	0	0
7	x	0	0

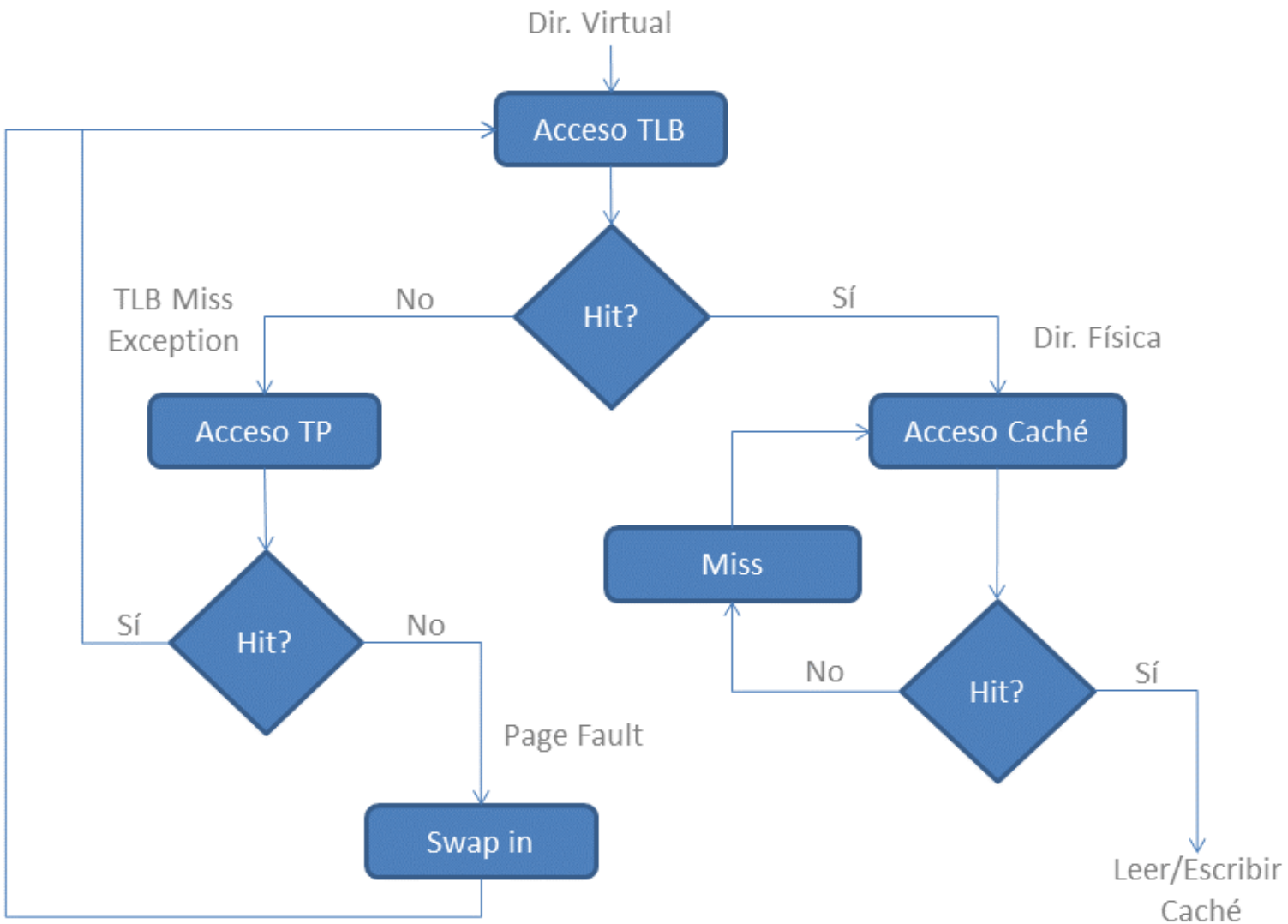

Memoria virtual
Memoria física
Disco: Swap File
P1
P2
page
fault
6
7
8
1
2
3
4
5


Memoria virtual
Memoria física
Disco: Swap File
P1
P2
page
fault
swap
out
6
7
8
1
2
3
4
5


Memoria virtual
Memoria física
Disco: Swap File
P1
P2
page
fault
swap
in
6
7
8
1
2
3
4
5


Memoria virtual
Memoria física
Disco: Swap File
P1
P2
5
6
7
8
1
2
3
4

Página virtual	Marco físico	Validez	Disco
0	3	1	0
1	3	1	1
2	4	1	0
3	0	1	0
4	2	1	0
5	x	0	0
6	x	0	0
7	x	0	0


Dir. Virtual
Acceso TLB
Hit?
TLB Miss
Exception
No
Sí
Dir. Física
Acceso TP
Acceso Caché
Miss
Hit?
Sí
No
Page Fault
Hit?
No
Sí
Swap in
Leer/Escribir
Caché

¿Qué contiene/define un programa?

1. Memoria: Código, variables, stack

   Buscamos que hayan múltiples programas en memoria.

2. Estado de procesamiento (CPU): PC, SP, registros de usuario, flags

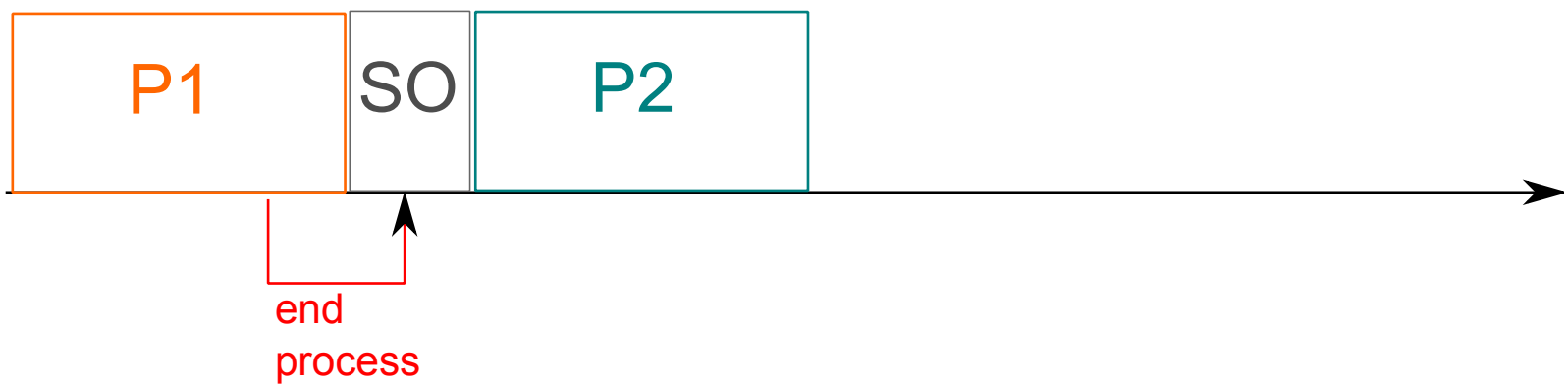
   Necesitamos que la CPU maneje múltiples estados.

Programa vs Proceso

- Al código ejecutable almacenado, sin ejecutar, se le denomina programa.
- A un programa en ejecución se le denomina proceso.
- Luego, un proceso comprende, además del código, de los datos en memoria y del estado de procesamiento.

¿Como ejecutar más de un proceso en una CPU?

- Simple: Se ejecuta uno a continuación del otro, utilizando al SO como intermediario (Batch Processing).
- Control es cedido al SO mediante un supervisor call.



¿Qué diferencia al SO de los otros procesos?

- SO debe realizar una serie de tareas especiales que ningún otro proceso debiese poder realizar.
- Una de las más importantes es manejar y coordinar múltiples procesos, lo que implica cómo mínimo múltiples tablas de páginas.
- Necesitamos ayuda del hardware para facilitar este proceso.

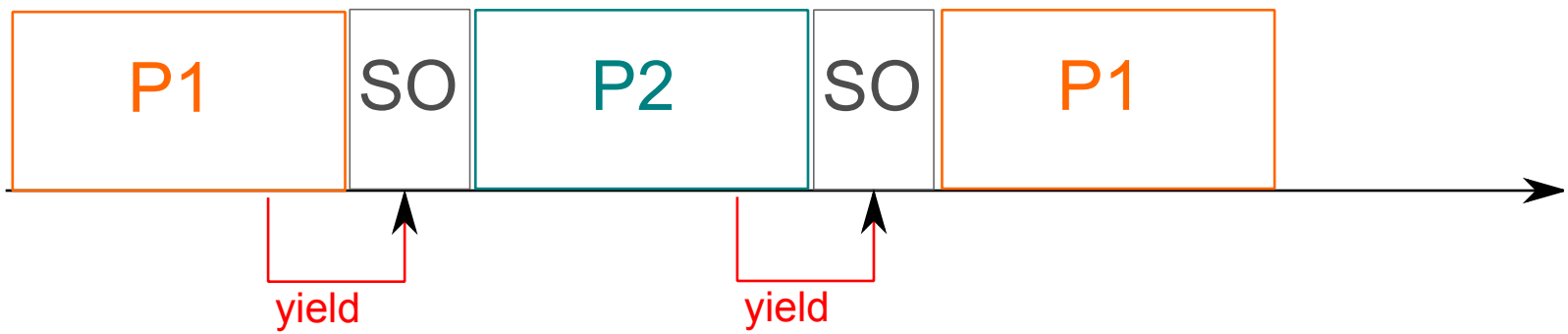
Sistema operativo es un proceso con privilegios especiales

- Se agrega a la CPU un bit de modo en el registro status: supervisor o usuario.
- Para usar múltiples tablas de páginas, se agrega a la CPU el Page Table Base Register (PTBR).
- PTBR indica el inicio de la tabla de páginas en uso y sólo se modifica en modo supervisor.
- Otros privilegios incluyen acceso a dispositivos de I/O y a zonas protegidas de memoria, como por ejemplo el vector de interrupciones.

CPU Scheduling es parte central de los SOs modernos

- Batch processing no nos entrega la ilusión de paralelismo que vemos en los SOs actuales.
- Necesitamos que ejecución de procesos sea intercalada.
- Para lograr esto se introduce el concepto de scheduling, que consiste en agendar el uso de la CPU entre los distintos procesos.

Cooperative Scheduling permite múltiples procesos "simultáneos"

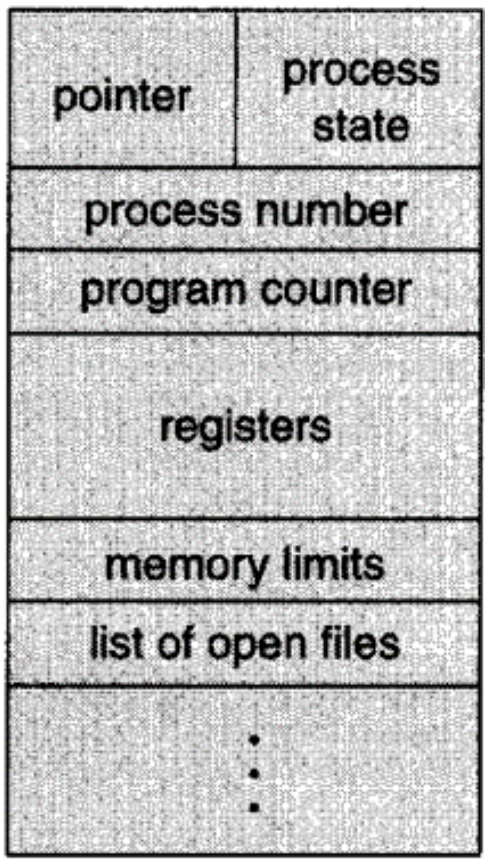


Cooperative Scheduling permite múltiples procesos "simultáneos"

- Los procesos entregan voluntariamente el control de vuelta a la CPU (yield).
- CPU realiza un cambio de contexto, donde se respalda el estado del proceso y se restaura el del siguiente proceso que utilizará la CPU.

PCB contiene toda la información de un proceso

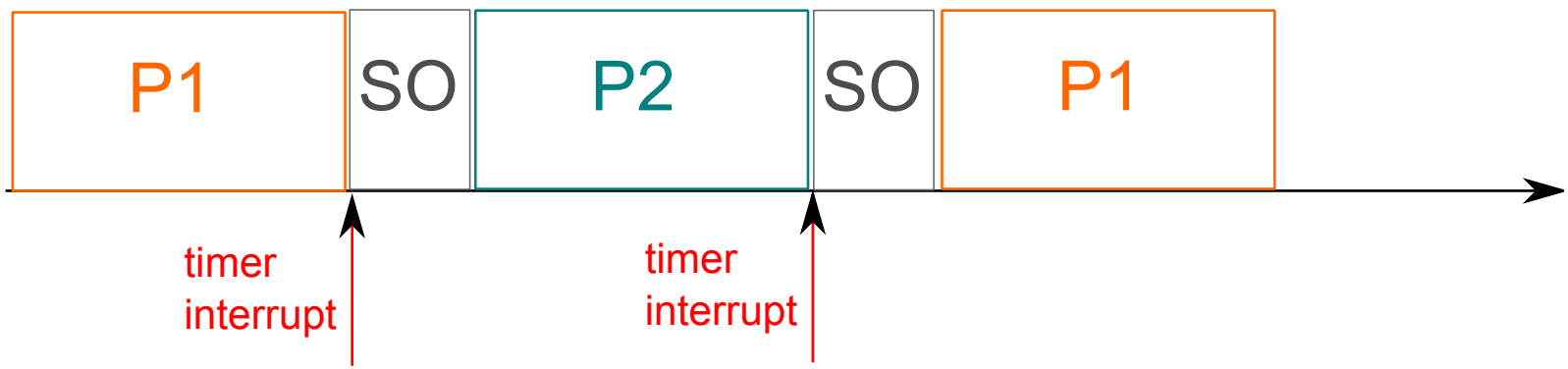
SO tiene en memoria, para cada proceso, un Process Control Block (PCB), donde se almacenan los datos respaldados.



Cooperative Scheduling permite múltiples procesos "simultáneos"

- Cooperative Scheduling depende de "generosidad" de procesos para funcionar bien.
- ¿Cómo podemos evitar los problemas generados por los procesos "egoístas"?

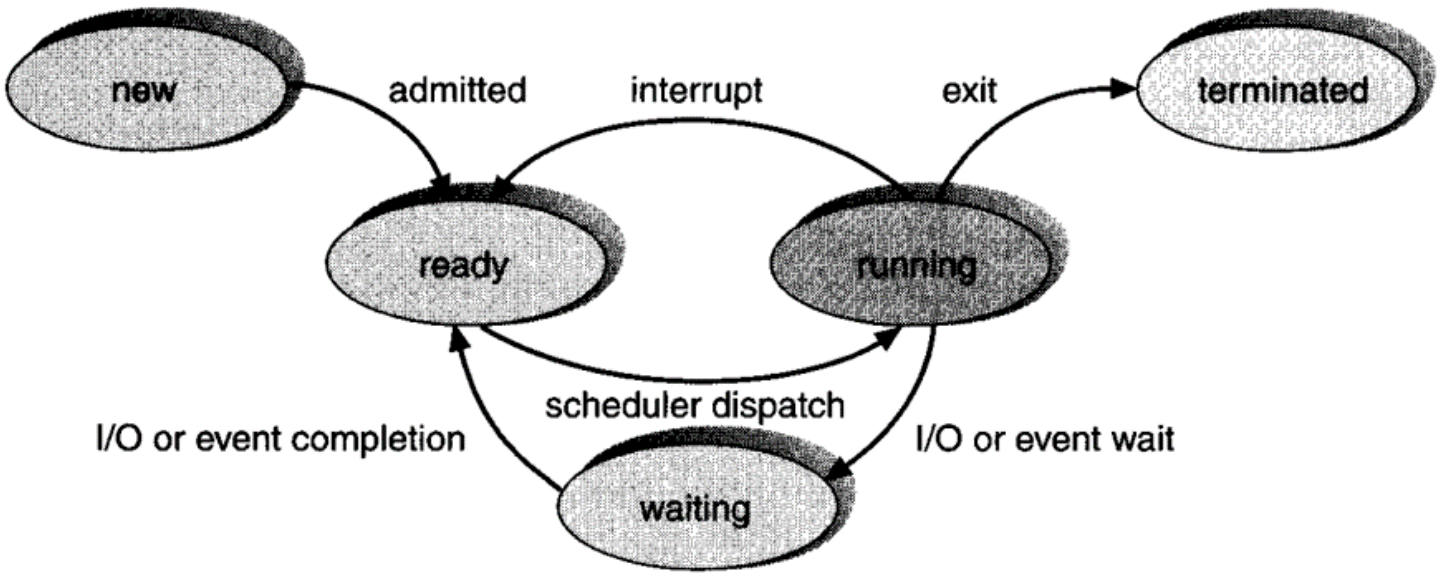
Preemptive Scheduling permite interrumpir un proceso y hacer un cambio de contexto



Preemptive Scheduling permite interrumpir un proceso y hacer un cambio de contexto

- Se utiliza el timer del computador, que genera interrupciones periódicas.
- La ISR de esta interrupción es controlada por el sistema operativo y es donde se realiza el cambio de contexto.
- La manera de elegir el siguiente proceso debe tomar en cuenta uso de la CPU, de I/O, prioridades, etc.

Diagrama de estados de un proceso entrega un visión más clara del preemptive scheduling



Algoritmos de scheduling son esenciales para el rendimiento de los sistemas operativos

- Su principal propósito es minimizar la inanición de los procesos y de asegurar la justicia sobre el uso de los recursos.

- Algunos ejemplos:
  - First in, First out (simple)
  - Shortest Remaining Time (casi no se usa)
  - Fixed priority pre-emptive scheduling (colas de FIFO)
  - Round-robin scheduling
  - Multilevel queue scheduling (foreground-background)
  - Multilevel feedback-queue scheduling (Windows)