



## PROBLEMAS DE ESTRUCTURA DE COMPUTADORES SISTEMA DE MEMORIA

### Problema 1

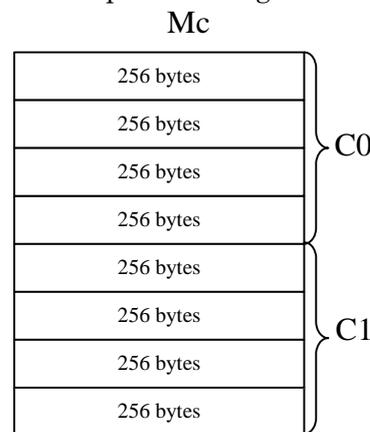
Un computador dispone de un sistema de memoria central constituido por una memoria principal  $M_p$  de 64 K palabras y una memoria cache  $M_c$  de 4 K palabras con líneas de 64 palabras. En él se ejecuta 9 veces consecutivas un bucle de programa que recorre secuencialmente desde la dirección 0 de memoria a la dirección 4351. Si se supone inicialmente vacía la memoria cache y que el tiempo de acceso a  $M_p$  es 4 veces superior al de  $M_c$ , calcular el número de fallos, aciertos y tiempo medio de acceso en los siguientes supuestos:

- Memoria cache con correspondencia directa.
- Memoria cache con correspondencia asociativa por conjuntos de 4 vías que utiliza la política de reemplazamiento LRU.

### Problema 2

Un computador dispone de un sistema de memoria central constituido por una memoria principal  $M_p$  de 64 Kbytes y una memoria cache  $M_c$  de 2 Kbytes organizada en 2 conjuntos, con un grado de asociatividad de 4 y 256 bytes por línea. Se pide:

- Esquema de correspondencia entre  $M_p$  y  $M_c$ .
- Interpretación de los bits de la dirección física del sistema de memoria para  $M_c$ .
- Si en un determinado instante el conjunto 0 contiene las etiquetas (10, 8, 9, 11) y el conjunto 1 las etiquetas (8, 9, 10, 11) ¿Qué bloques de  $M_p$  están cargados en  $M_c$ ?



### Problema 3

Un computador dispone de un sistema de memoria central constituido por una memoria principal  $M_p$  y una cache  $M_c$ .  $M_p$  tiene un tamaño de 128 K palabras.  $M_c$  tiene un tamaño de 2 K palabras con líneas de 256 palabras y una correspondencia directa. Se pide:

- Interpretación de los bits de la dirección física del sistema de memoria para  $M_p$
- Interpretación de los bits de la dirección física del sistema de memoria para  $M_c$ .
- Correspondencia de bloques de  $M_p$  y líneas de  $M_c$ .

#### Problema 4

Un computador dispone de un sistema de memoria central constituido por una memoria principal Mp de 4 K palabras y una cache Mc de 1 K palabras asociativa por conjunto, con 4 líneas por conjunto y 16 palabras por bloque, con política de reemplazamiento RLU. Se ejecuta 5 veces el programa que referencia las siguientes direcciones:

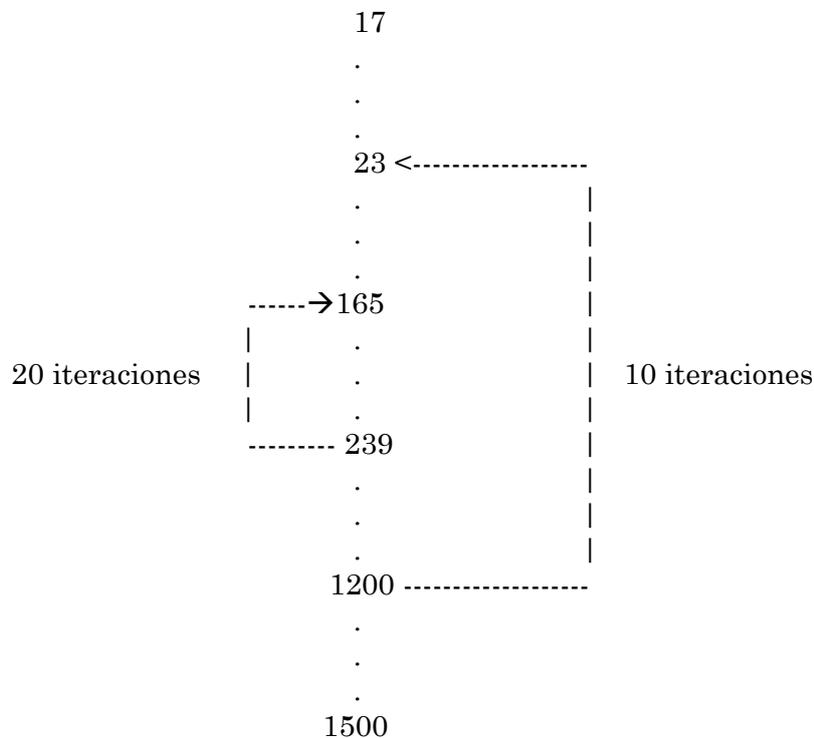
0, 1, 2, ..., 1023, 1040, 1041, ..., 1055

Si el tiempo de acceso a Mp es 10 veces superior al de Mc se pide:

- Interpretación de los bits de la dirección física del sistema de memoria para Mc.
- Evolución de los conjuntos de bloques durante la ejecución del programa.
- Tiempo medio de acceso a memoria.

#### Problema 5

Un computador dispone de un sistema de memoria central constituido por una memoria principal Mp de 64 K palabras y una cache Mc de 1 K palabras con correspondencia directa y 64 palabras por bloque. El tiempo de ciclo de Mp es 10 veces superior al de Mc. Se ejecuta un programa que sigue el siguiente perfil de referencias a memoria:



Se pide:

- Interpretación de los bits de la dirección física del sistema de memoria para Mc.
- Tiempo de ejecución del programa despreciando las posibles operaciones de lectura y escritura de operandos.

## Problema 6

En un computador que dispone de un sistema de memoria central con una memoria principal  $M_p$  de 64 K palabras y una caché de datos  $M_c$  de 128 palabras con correspondencia asociativa de 2 vías y 8 palabras por línea, se ejecuta el siguiente programa:

```
for(j = 0; j < 16; j = j + 1)
  for(i = 0; i < 2; i = i + 1)
    z[i][j] = (x[i][j] + y[i][j])/2;
```

El tiempo de acceso a  $M_p$  es 10 veces superior al de  $M_c$ , que es de 5 nanosegundos. Suponiendo que los arrays  $x[i][j]$ ,  $y[i][j]$ ,  $z[i][j]$  son ubicados en posiciones consecutivas de memoria a partir de la dirección 0, uno a continuación de otro, ordenados por filas, y que sus elementos están codificados con 4 palabras:

- Calcula el tiempo total de acceso a los arrays  $x[i][j]$ ,  $y[i][j]$ ,  $z[i][j]$  durante la ejecución del programa sabiendo que en  $M_c$  opera una política de escritura directa (*write through*) sin asignación en caché.
- Calcula la ganancia de velocidad (*speedup*) del programa que resulta de intercambiar los bucles  $i$  y  $j$  respecto a la versión original.
- Si el programa anterior es parte de una aplicación en la que el acceso a los arrays  $x[i][j]$ ,  $y[i][j]$ ,  $z[i][j]$  supone el 30% del tiempo total de ejecución de la aplicación, calcula la ganancia de velocidad (*speedup*) de la aplicación cuando se introduce el intercambio de bucles.

**Nota:** Se supone que todas las referencias del programa a los arrays  $x[i][j]$ ,  $y[i][j]$ ,  $z[i][j]$  son convertidas por el compilador en accesos al sistema de memoria ( $M_c$ - $M_p$ ), sin la utilización de registros internos.

## Problema 7

Un computador de 8 bits con memoria virtual utiliza los siguientes formatos de direcciones virtuales y físicas:

DV	Nº Página Virtual (20 bits)	Desplazamiento (10 bits)
----	-----------------------------	--------------------------

DF	Nº Página Física (15 bits)	Desplazamiento (10 bits)
----	----------------------------	--------------------------

Calcular:

- Tamaño de página
- Espacio de direcciones virtuales y físicas
- Nº de páginas virtuales
- Tamaño de la Tabla de Páginas asumiendo que el tamaño de la dirección de una página en el disco es de 15 bits

## Problema 8

Un computador dispone de 4 GB de memoria virtual y 16 MB de memoria física. El número de páginas que tiene la memoria principal es 4096. Se pide:

- Formato de las direcciones virtual y física.
- Número máximo de páginas virtuales.
- Si la CPU emite la dirección virtual 3F4AB76Dh, ¿a qué número de página virtual y a qué desplazamiento dentro de la página hace referencia?

### Problema 9

Un computador dispone de un sistema de memoria virtual con una capacidad de 1 GB, mientras que su memoria física es de 8 MB. El tamaño de página es de 16 KB. Se hace uso de un TLB para la traducción de direcciones anticipadas, y se sabe que contiene un total de 128 entradas. La correspondencia entre el TLB y la tabla de páginas es totalmente asociativa, y cada entrada tiene un bit de válido. Se pide:

- a) Formato de las direcciones virtual y física.
- b) Número máximo de páginas virtuales y páginas físicas.
- c) Tamaño en bytes del TLB.

### Problema 10

El sistema de memoria virtual de un computador tiene 16 MB de capacidad, y dispone de una memoria física de 512 KB. El tamaño de página es de 4 KB y se realizan las siguientes referencias a páginas virtuales (se referencian todas las palabras contenidas en cada página): 17, 13, 9, 17, 17, 24, 25, 25, 25, 13, 13, 14, 15, 15, 13, 13, 24, 24, 36, 37 y 40.

Se pide:

- a) Tamaño de la tabla de páginas.
- b) Número total de accesos a memoria principal suponiendo que inicialmente la tabla de páginas está vacía.
- c) Número total de accesos a memoria principal suponiendo que inicialmente la tabla de páginas está vacía y que se dispone de un TLB de 32 entradas con una correspondencia totalmente asociativa.
- d) Si un acceso a memoria principal tarda  $T$  unidades de tiempo y se tarda  $10^6T$  unidades de tiempo en leer una página de disco, ¿qué mejora en el tiempo de acceso produce el uso del TLB? Calcúlese este factor teniendo en cuenta el acceso a disco y sin tenerlo en cuenta.

*Nota.* Se considerarán *accesos* a memoria todos aquellos accesos del programa de usuario así como los producidos por la actualización de la tabla de páginas y la carga de una página en memoria principal.

### Problema 11

Supongamos que en un sistema de memoria virtual que dispone de 3 marcos de página (páginas físicas) en  $M_p$  se ejecuta un programa que realiza la siguiente secuencia de referencias a páginas virtuales: 2,3,2,1,5,2,4,5,3,2,5,2. Determina la evolución del contenido de  $M_p$  y el número de fallos de página que se producen cuando se aplican las siguientes políticas de sustitución:

- a) LRU
- b) FIFO
- c) CLOCK (FINUFO)
- d) OPTIMA