

Apellidos:	Nombre:
Grupo: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> PCEO	DNI:

Instrucciones:

- Todas las respuestas deben escribirse con **bolígrafo**.
- Se valorará la **exactitud, completitud y brevedad** de todas las respuestas, que deberán ser **RAZONADAS**. No tendrán validez las respuestas no justificadas.
- Esta parte vale 3 puntos y, por tanto, representa el 30 % de la nota del examen final de teoría.

1. (1,6 puntos) Supón la tabla de páginas invertida mostrada a continuación (únicamente se muestran algunas de las entradas que se están usando en este momento), en la que los tamaños en bits de cada uno de los campos se han ajustado al mínimo imprescindible en cada caso (NPV representa el número de página virtual, NMP el número de marco de página y Control incluye, entre otros, los bits R, M, bits de permiso y bit de visible en modo núcleo, que no son de relevancia para el ejercicio—por eso el valor de este campo aparece como xxx; los tamaños en bits que aparecen marcados como ??? habrán de ser calculados):

	1bit	???
	V	Número
0	1	1025
		...
64	1	2
65	1	34
66	1	156
		...
256	1	0
257	1	23
258	1	2133
		...
456	1	13
		...

Tabla de dispersión

	1bit	28 bits	16 bits	20 bits	16 bits	???
	V	NPV	PID	NMP	Control	Encaden
0	1	0x7700100	592	75	xxx	1
1	1	0x1734500	512	126	xxx	3
2	1	0x1730040	768	102	xxx	157
3	1	0x3230900	768	103	xxx	3
						...
156	1	0x1100042	768	110	xxx	156
157	1	0xF730C40	848	324	xxx	158
158	1	0x2233440	592	77	xxx	159
159	1	0xF730C40	768	100	xxx	1024
						...
1024	1	0x120FC40	768	108	xxx	1024
1025	1	0x120F800	768	109	xxx	2133
						...
2133	1	0x120F502	512	127	xxx	2133
						...

Tabla de Traducción

Se pide:

- a) (0,2 puntos) Calcula la cantidad total de memoria física que podría instalarse y el tamaño del espacio de direcciones virtuales de los procesos. Supón que el SO emplea páginas de 4 KiB.
- b) (0,2 puntos) Sabiendo que la función de dispersión empleada devuelve siempre los 10 bits menos significativos del número de página virtual, ¿cuántas entradas se necesitan para la tabla de dispersión? ¿Cuántas entradas se necesitarán para la tabla de traducción?
- c) (0,2 puntos) Calcula el tamaño (en bits) de los campos Número de la tabla de dispersión y Encaden de la tabla de traducción. Para este último supón que se utiliza el número de la propia entrada como marca de fin (es decir, para la entrada 3 se usa el mismo 3 como marca de fin en lugar del valor -1 usado en los ejercicios).
- d) (0,5 puntos) Supón el acceso a la dirección virtual 0x2233440123 por parte del proceso con PID 768. Explica si dicho acceso provoca un acierto o fallo de página, e indica las entradas de las tablas de dispersión y traducción que se usarían para determinarlo.
- e) (0,5 puntos) Suponiendo que la tabla de páginas se encuentra de forma completa en memoria (tanto la tabla de dispersión como la de traducción), que cada acceso a memoria para obtener una entrada tanto para la tabla de traducción como para la tabla de dispersión requiere un total de 10 ns y que el tamaño medio y máximo de las listas formadas con la información de encadenamiento es de 8,75 y 34 entradas de la tabla de traducción respectivamente, calcula los tiempos mínimo, medio y máximo para detectar un fallo

de página (considera únicamente el tiempo de acceso a memoria, es decir asume que el procesamiento de la información de la tabla de páginas por parte del SO es despreciable).

2. (0,7 puntos) Tenemos un disco duro con 4 cabezas y 16384 cilindros divididos en dos zonas (zona 0 y zona 1) de 8192 cilindros cada una. Las pistas de la zona 0 tienen 2048 sectores y las de la zona 1 1536. Los sectores son de 4096 bytes. El disco gira a 7200 RPM. Con estos datos, calcula:
- a) (0,3 puntos) El tiempo medio de latencia y el tiempo de transmisión de un sector en cada zona.
 - b) (0,4 puntos) Si los bloques lógicos son de 4 KiB, la posición exacta en disco (zona, cilindro, cabeza y sectores) del bloque lógico 67 108 000.
-
3. (0,7 puntos) Tenemos un sistema de computación con una CPU que opera a 2000 MIPS y un reloj programable con una frecuencia del oscilador de 100 MHz. Con estos datos, calcula:
- a) (0,4 puntos) El valor mínimo del registro de carga del reloj programable para que el manejador de reloj no consuma más del 1 % del tiempo de CPU si dicho manejador suele ejecutar en promedio 1 millón de instrucciones cada vez que se invoca.
 - b) (0,3 puntos) El instante en el que se dispara la segunda de dos alarmas implementadas mediante una lista ligada si el estado de dicha lista es «cabecera → 45000 → 23000» y si se sabe que la primera de esas alarmas se disparará el 13 de enero de 2021 a las 11:00:00. Para resolver este apartado, utiliza el valor del registro de carga que hayas calculado en el apartado anterior.
-

Soluciones

Ejercicio 1:

La solución de cada apartado se muestra a continuación:

- a) En una tabla de páginas invertida, el número de entradas de la tabla de traducción es igual al número de marcos de página existentes. Vemos que se emplean 20 bits para el NMP, con lo que el tamaño de las direcciones físicas es de 32 bits (20 bits para el NMP + 12 bits para el desplazamiento de byte dentro de la página). Esto implica que el tamaño máximo de la memoria física en este sistema es de 4 GiB.

Para el NPV vemos que se utilizan 28 bits, con lo que aplicando lo anterior, vemos que el tamaño de las direcciones virtuales es de 40 bits, y por lo tanto, el tamaño de la memoria virtual de cada proceso es de 1 TiB.

- b) Dado que la función de dispersión devuelve 10 bits, la tabla de dispersión necesitará 1024 entradas. En cuanto al número de entradas de la tabla de traducción, este es igual al número de marcos de página existentes. Vemos que hay un total de 2^{20} marcos de página (se usan 20 bits para codificar el número de marco de página), con lo que este será el número de entradas requerido para la tabla de traducción (1 048 576 entradas).
- c) Tanto en el campo `Número` de la tabla de dispersión como en el campo `Encaden` de la tabla de traducción hay que almacenar un número de entrada de la tabla de traducción. Se requerirán, por lo tanto, 20 bits en cada caso.
- d) El acceso a la dirección `0x2233440123` por parte del proceso con PID `768` provoca un fallo de página. Para detectarlo, se accede primero a la entrada 64 de la tabla de dispersión (a partir del valor de los 10 bits menos significativos del NPV `0x2233440`). Esta entrada apunta a la entrada 2 de la tabla de traducción, que se usaría para comparar el PID y NPV que almacena con los buscados. Dado que no hay coincidencia se seguiría buscando a partir de la entrada a la cual apunta, es decir la 157. A partir de la 157 iríamos a la 158 (aquí se encontraría coincidencia con el NPV pero no con el PID), de ahí a la 159, y de ahí a la 1024, en la que dado que la información de encadenamiento no nos lleva a una nueva entrada (vale 1024) se detectaría el fallo de página.
- e) Podríamos detectar un fallo de página si el bit de validez en la entrada correspondiente de la tabla de dispersión vale 0 (un acceso a memoria), lo que daría lugar al caso con menor número de accesos a memoria (1) y un coste total de 10 ns. Este sería el tiempo mínimo requerido para detectar un fallo.

El extremo contrario lo tendríamos cuando se detectase el fallo de página después de recorrer la lista de mayor tamaño (34 entradas de la tabla de traducción). En este caso el número de accesos a memoria que se requeriría sería 1 (tabla de dispersión) + 34 (tabla de traducción), o lo que es lo mismo, el tiempo máximo requerido para detectar un fallo sería de 350 ns.

A partir de lo anterior, el tiempo medio para detectar un fallo de página sería $(1 + 8,75) \times 10 = 97,5$ ns.

Ejercicio 2:

La solución de cada apartado se muestra a continuación:

- a) El tiempo medio de latencia (t_{mlat}) solo depende de la velocidad de giro del disco, que es 7200 RPM, por lo que será el mismo para cualquier sector, independientemente de la zona en la que se encuentre. Este tiempo es la mitad del tiempo que se tarda en dar una vuelta:

$$t_{mlat} = \frac{60}{7200} \cdot \frac{1}{2} = 0,004167 \text{ s} \rightarrow 4,167 \text{ ms.}$$

El tiempo de transferencia (t_{trans}) sí depende el número de sectores por pista, por lo que es distinto en cada zona:

$$t_{trans_zona_0} = \frac{60}{7200} \cdot \frac{1}{2048} = 4,06901041667 \cdot 10^{-6} \text{ s} \rightarrow 0,00407 \text{ ms.}$$

$$t_{trans_zona_1} = \frac{60}{7200} \cdot \frac{1}{1536} = 5,42534722222 \cdot 10^{-6} \text{ s} \rightarrow 0,00543 \text{ ms.}$$

- b) Para calcular la posición exacta del bloque dado (67 108 000) tendremos que determinar en primer lugar en qué zona del disco se encuentra. La zona 0 incluirá desde el sector 0 hasta el sector $67\,108\,863 (4 \times 8\,192 \times 2\,048 - 1)$, que es lo mismo que decir que incluirá desde el bloque 0 hasta el bloque 67 108 863, ya que cada bloque lógico es un sector (tienen el mismo tamaño). Por lo tanto, nuestro bloque se encuentra en la zona 0.

Para calcular en qué cilindro se encuentra dentro de la zona 0, dividimos el número de bloque entre el tamaño del cilindro en bloques lógicos (o sectores, que es lo mismo en este caso) y nos quedamos con el cociente de la división: $67\,108\,000 \div (4 \times 2\,048) = 8\,191$.

A partir del resto de la división anterior (que, si lo calculamos, nos sale 7 328), y dividiendo entre el tamaño de una pista de la zona 0 en sectores, el cociente de esta división nos da la cabeza con la que operar sobre dicho sector y el cociente nos proporciona la posición del bloque en la pista correspondiente. Por tanto, $\text{cabeza} = 7\,328 \div 2\,048 = 3$; $\text{sector dentro de la pista} = 7\,328 \bmod 2\,048 = 1\,184$.

Así pues, la posición es (0, 8191, 3, 1184).

Ejercicio 3:

La solución de cada apartado se muestra a continuación:

- a) Cada vez que se ejecuta el manejador de reloj tarda $\frac{1}{2000} = 0,0005$ segundos. Para que no consuma más del 1 % de tiempo de CPU, no puede ejecutarse más de:

$$\frac{X \cdot 0,0005}{1} \cdot 100 \leq 1 \rightarrow X \leq \frac{1}{0,05} \rightarrow X \leq 20 \text{ veces por segundo.}$$

Por lo tanto, la frecuencia de marcas producidas por el reloj programable debe ser, como mucho 20 Hz. Eso implica que el valor C del registro de carga debe ser, como mínimo:

$$20 = \frac{100 \cdot 10^6}{C} \rightarrow C = 5\,000\,000.$$

- b) Como la lista de alarmas guarda las diferencias de tiempo (en marcas) entre alarmas, la segunda se disparará respecto a la primera $\frac{23000}{20} = 1150$ segundos después. Por lo tanto, si la primera se dispara el 13 de enero de 2021 a las 11:00:00, la segunda se disparará ese mismo día a las 11:19:10 (1150 segundos son 19 minutos y 10 segundos).