

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. (1,9 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 y M, que no son de relevancia para el ejercicio (por eso el valor de este campo se muestra como xxx). Los tamaños en bits que aparecen marcados como ??? habrán de ser calculados. Lo mismo ocurre con los valores marcados de la misma forma. Todos los valores se dan en decimal salvo los del campo NPV, que son números hexadecimales:

	1bit V	??? bits Entrada
0	1	1
1	0	
2	1	2133
...		
64	1	???
65	0	
66	1	???
...		
80	1	0
...		
144	1	157
...		

Tabla de dispersión

	1bit V	??? bits NPV	32 bits PID	??? bits NMP	7 bits Control	??? bits Encaden
0	1	0x3700100	592	75	xxx	0
1	1	0x1734500	512	126	xxx	3
2	1	0x1730040	768	102	xxx	1024
3	1	0x3230900	768	103	xxx	1025
...						
156	1	0x1100042	768	110	xxx	156
157	1	0x3730C40	848	324	xxx	158
158	1	0x2233440	592	77	xxx	158
159	1	0x3730C40	768	100	xxx	2
...						
1024	1	0x120FC40	768	108	xxx	1024
1025	1	0x120F800	768	109	xxx	1025
...						
2133	1	0x120F502	512	127	xxx	2133
...						

Tabla de Traducción

Se pide:

- (0,5 puntos) Determina el tamaño de los campos Entrada de la tabla de dispersión y NPV, NMP y Encaden de la tabla de traducción, si la cantidad máxima total de memoria física que podría instalarse es 65 536 MiB y el tamaño máximo del espacio de direcciones virtuales de cada proceso es 262 144 MiB. Supón que las páginas son de 4 KiB y que en el campo Encaden de la tabla de traducción se utiliza el número de la propia entrada como marca de fin (es decir, para la entrada 1025, por ejemplo, se usa el mismo 1025 como marca de fin).
- (0,4 puntos) Sabiendo que la función de dispersión empleada es $h(PID, NPV) = (PID + NPV) \text{ MOD } 256$, ¿cuántas entradas se necesitan para la tabla de dispersión? Indica también los valores que faltan en la tabla de dispersión marcados como ???.
- (0,5 puntos) Supón el acceso a la dirección virtual 0x120FA00598 por parte del proceso con PID 768. Explica de forma detallada el proceso seguido por el sistema para determinar si dicho acceso provoca un acierto o fallo de página. En la explicación deberás indicar, entre otras cosas, todas las entradas de las tablas de dispersión y traducción que se usarán para determinarlo.
- (0,5 puntos) Indica cómo quedarían las tablas de traducción y dispersión si el proceso 768 accede a la dirección virtual 0x320FA01430 y el fallo de página producido reemplaza la página del marco 324, y se utiliza la misma entrada de ese marco en la tabla de traducción para almacenar la información de la nueva página.

2. (0,7 puntos) Tenemos un disco duro con 16 384 cilindros, 4 cabezas, pistas de 2048 sectores y sectores de 1024 bytes, que gira a 5400 RPM. Se accede a este disco utilizando bloques lógicos de 4 KiB. Con estos datos, calcula:

- a) (0,2 puntos) El tiempo medio de latencia y el tiempo de transmisión de un *bloque lógico*.
- b) (0,2 puntos) La posición exacta en disco (cilindro, cabeza y sectores ocupados en la pista correspondiente), del bloque lógico 320 630.
- c) (0,3 puntos) Tiempo total en servir las peticiones a los siguientes bloques lógicos: 20 630, 4 413 799, 5 921, 947 293 y 1 849 210, si el algoritmo de planificación de disco es SSF, las cabezas se encuentran inicialmente en el cilindro 845 y el tiempo de búsqueda es de 0,001 ms por cilindro recorrido.

3. (0,4 puntos) Tenemos un sistema de computación con una CPU que opera a 4000 MIPS y un reloj programable. Se sabe que entre las 15:30:00 y las 17:00:00 el reloj produce 432 000 marcas. Con estos datos, calcula:

- a) (0,1 puntos) Las interrupciones por segundo que produce el reloj programable.
 - b) (0,1 puntos) La frecuencia (en MHz) del oscilador del reloj si se sabe que el valor del registro de carga es 2 000 000.
 - c) (0,2 puntos) El porcentaje de tiempo de CPU dedicado al manejador de reloj si se sabe que este ejecuta 2 millones de instrucciones cada vez que se ejecuta.
-

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. Si nos dicen que la cantidad máxima total de memoria física que podemos tener es 65 536 MiB y que las páginas son de 4 KiB, entonces, dividiendo ambas cantidades, obtendremos el número máximo de marcos posibles: $65\,536 * 1024 / 4 = 16\,777\,216$ marcos. El logaritmo en base 2 de dicha cantidad es 24, por lo que el campo NMP tendrá un tamaño de 24 bits. Este será también el tamaño del campo Entrada de la tabla de dispersión, ya que la tabla de traducción podrá tener tantas entradas como marcos posibles (es decir, 16 777 216) y cada entrada de la tabla de dispersión podrá apuntar a una de esas 16 777 216 entradas de la tabla de traducción.

Esos 24 bits serán de nuevo el tamaño del campo Encaden, pues, en caso de colisiones en la función de dispersión, este campo almacenará la siguiente entrada de la tabla de traducción que corresponde al mismo valor de dispersión, y ya hemos dicho que hay 16 777 216 entradas posibles.

En el caso del campo NPV, nos indican que el tamaño máximo del espacio de direcciones virtuales de cada proceso es 262 144 MiB. Como las páginas son de 4 KiB, si dividimos ambas cantidades obtendremos el número máximo de páginas posibles por proceso: $262\,144 * 1024 / 4 = 67\,108\,864$ páginas. El logaritmo en base 2 de dicha cantidad es 26, por lo que el campo NPV tendrá un tamaño de 26 bits.

- b) Dado que el resultado de la función de dispersión es el resto de dividir entre 256, dicha función solo podrá devolver valores entre 0 y 255, por lo que la tabla de dispersión tendrá 256 entradas.

Para calcular los valores de las entradas 64 y 66 de la tabla de dispersión, podemos observar que todas las entradas de la tabla de traducción pueden ser accedidas a través de la tabla de dispersión a excepción de las entradas 156 y 159 (esta última nos lleva también a las entradas 2 y 1024). Si aplicamos la función de dispersión a la entrada 156 obtendremos $h(768, 0x1100042) = (768 + 0x1100042) \text{ MOD } 256 = 66$, por lo que la entrada 66 de la tabla de traducción debe almacenar el valor 156. Esto nos indica que la entrada 64 debe guardar el valor 159. Podemos comprobarlo calculando la función de dispersión para cualquiera de las 3 entradas que hay en la cadena, por ejemplo, la primera: $h(768, 0x3730C40) = (768 + 0x3730C40) \text{ MOD } 256 = 64$

- c) El acceso a la dirección 0x120FA00598 por parte del proceso con PID 768 provoca un fallo de página. Para detectarlo, se obtiene primero el NPV descartando los 3 dígitos hexadecimales menos significativos de la dirección, los que nos da NPV=0x120FA00. A continuación, se accede a la entrada 0 de la tabla de dispersión, ya que la función de dispersión nos da ese valor: $h(768, 0x120FA00) = (768 + 0x120FA00) \text{ MOD } 256 = 0$. Esta entrada apunta a la entrada 1 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 3. A partir de la 3, donde habría coincidencia en el PID, pero no en el NPV, iríamos a la 1025, donde, de nuevo, habría concordancia en el PID, pero no en el NPV. La entrada 1025 nos llevaría otra vez a la entrada 1025, detectando así el fin de la cadena. Al no haber encontrado una entrada con el mismo PID y el mismo NPV, se detectaría el fallo de página.
- d) El acceso a la dirección 0x320FA01430 por parte del proceso con PID 768 provoca un fallo de página, ya que la función de dispersión nos lleva a la entrada 1 de la tabla de dispersión, la cual está vacía: $h(768, 0x320FA01) = (768 + 0x320FA01) \text{ MOD } 256 = 1$ (observa que hemos eliminado el desplazamiento de la dirección virtual para obtener el NPV). Esta entrada 1 tendrá que apuntar a la entrada 157 de la tabla de traducción, que es donde se encuentra la página a reemplazar.

La entrada 157 de la tabla de traducción es apuntada por la entrada 144 de la tabla de dispersión, que ahora deberá apuntar a la entrada 158 de la tabla de traducción (esta entrada es apuntada por la entrada 157, que vamos a reemplazar). Todo esto hace que las tablas de dispersión y traducción queden como se muestra en la siguiente figura (se han sombreado las filas modificadas):

1bit	24 bits	1bit	26 bits	32 bits	24 bits	7 bits	24 bits
V	Entrada	V	NPV	PID	NMP	Control	Encaden
0	1	1	0x3700100	592	75	xxx	0
1	1	1	0x1734500	512	126	xxx	3
2	1	1	0x1730040	768	102	xxx	1024
	...	3	0x3230900	768	103	xxx	1025
			...				
64	1	156	0x1100042	768	110	xxx	156
65	0	157	0x320FA01	768	324	xxx	157
66	1	158	0x2233440	592	77	xxx	158
	...	159	0x3730C40	768	100	xxx	2
80	1						
	...						
144	1	1024	0x120FC40	768	108	xxx	1024
	...	1025	0x120F800	768	109	xxx	1025
			...				
		2133	0x120F502	512	127	xxx	2133
			...				

Tabla de dispersión

Tabla de Traducción

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 5400 RPM, por lo que será el mismo para cualquier bloque lógico. Este tiempo es la mitad del tiempo que se tarda en dar una vuelta:

$$t_{mlat} = \frac{60}{5400} \cdot \frac{1}{2} = 0,00556 \text{ s} \rightarrow 5,56 \text{ ms.}$$

El tiempo de transferencia (t_{trans}) depende del tiempo por vuelta, del número de sectores por pista y del tamaño de bloque lógico. Como cada pista tiene 2048 sectores de 1024 bytes y cada bloque lógico son 4096 bytes, entonces un bloque lógico son 4096 bytes/bloque / 1024 bytes/sector = 4 sectores/bloque, y hay 2048 sectores/pista / 4 sectores/bloque = 512 bloques/pista. Por lo tanto, el tiempo de transferencia de un bloque lógico será:

$$t_{trans} = \frac{t_{vuelta}}{512} = \frac{11,11}{512} = 0,0217 \text{ ms.}$$

- b) Como cada pista tiene 512 bloques lógicos y hay 4 cabezas por cilindro, cada cilindro tendrá $512 \cdot 4 = 2048$ bloques lógicos. Para obtener la posición en disco del bloque lógico 320 630, tendremos que hacer las siguientes operaciones. Primero, dividimos el número de bloque entre el número de bloques por cilindro. El cociente nos da el cilindro en el que se encuentra el bloque ($320\,630 \text{ DIV } 2048 = 156$) y el resto la posición del bloque dentro del cilindro ($320\,630 \text{ MOD } 2048 = 1142$). A continuación, dividiendo la posición dentro del cilindro entre el número de bloques por pista (512, como ya hemos calculado), obtenemos la cabeza ($1142 \text{ DIV } 512 = 2$) y la posición dentro de la pista de esa cabeza ($1142 \text{ MOD } 512 = 118$) donde está el bloque. Finalmente, como cada bloque lógico son 4 sectores, multiplicamos por 4 la posición del bloque en la pista (118) para obtener el número del primer sector del bloque ($4 \cdot 118 = 472$), y el bloque ocupará ese sector y los 3 siguientes.

En resumen, el bloque lógico 320 630 se encuentra en el cilindro 156, en la cabeza 2 de ese cilindro y en el bloque 118 de la pista de esa cabeza, ocupando los sectores 472, 473, 474 y 475 de esa pista.

- c) Lo primero que necesitamos es obtener el cilindro en el que se encuentra cada bloque lógico. Como ya hemos visto, debemos hacer la división entera entre el número de bloque lógico y el total de bloques lógicos por cilindro (2 048):

- Bloque 20 630: cilindro 10.
- Bloque 4 413 799: cilindro 2 155.
- Bloque 5 921: cilindro 2.
- Bloque 947 293: cilindro 462.
- Bloque 1 849 210: cilindro 902.

Como las cabezas se encuentran inicialmente en el cilindro 845, estas peticiones (teniendo en cuenta su cilindro) se atenderán en el siguiente orden según el algoritmo SSF (primero la búsqueda más cercana): 902, 462, 10, 2 y 2 155. El total de cilindros recorridos será: $(902 - 845) + (902 - 2) + (2\ 155 - 2) = 3\ 110$ cilindros.

El tiempo que se tarda en recorrer todos esos cilindros es: $3\ 110 \cdot 0,001 = 3,11$ ms. A este tiempo hay que sumarle el tiempo de latencia y transferencia en el que incurre cada una de las 5 peticiones: $5 \cdot (5,56 + 0,0217) = 27,9085$ ms. El tiempo total en servir las peticiones será: $3,11 + 27,9085 = 31,0185$ ms.

Ejercicio 3:

La solución de cada apartado se muestra a continuación:

- a) Entre las 15:30:00 y las 17:00:00 pasan 90 minutos o, lo que es lo mismo, 5 400 segundos. En ese tiempo se producen 432 000 marcas, por lo que el reloj programable produce $432\ 000 / 5\ 400 = 80$ marcas o interrupciones por segundo.
- b) Si por cada marca se producen 2 000 000 pulsos del oscilador, para las 80 marcas por segundo se producirán $80 \cdot 2\ 000\ 000 = 160\ 000\ 000$ pulsos, y este número de pulsos por segundo coincidirá con la frecuencia del oscilador, que será, por tanto, 160 Mhz.
- c) El manejador de reloj ejecuta 2 millones de instrucciones en cada invocación. Esto supone que tarda en ejecutarse $2\ \text{millones de instrucciones} / \text{invocación} / 4000\ \text{millones de instrucciones/segundo} = 0,0005$ segundos/invocación. Como se producen 80 marcas/segundo, en cada segundo el manejador consumirá $80\ \text{marcas} \cdot 0,0005\ \text{segundos/marca} = 0,04$ segundos, que representan el $0,04 / 1 \cdot 100 = 4\ \%$ del tiempo de CPU.