

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. (1,3 puntos) Tenemos un disco con 8 cabezas, 4096 cilindros, 512 sectores por pista y 512 bytes por sector, y que se encuentra formateado con un sistema de fichero UNIX estándar, con un bloque de arranque maestro (MBR), un superbloque, bloques de mapa de bits de nodos-i, bloques para nodos-i, bloques para mapa de bits de datos, y bloques de datos. Los bloques lógicos tienen un tamaño de 4 KiB y las direcciones de disco son de 4 bytes, además, los nodos-i tienen un tamaño de 64 bytes, con 10 bloques directos, un BSI, un BDI y un BTI. Se pide:

- (0,6 puntos) Si sabemos que el disco se formateó con una capacidad de 524 288 nodos-i, calcula el tamaño en bloques de cada una de las partes del sistema de ficheros.
- (0,3 puntos) ¿Cuántos bloques de metadatos se necesitan para mantener un fichero que ocupa 1 GiB?
- (0,4 puntos) Indica qué número de entrada se utilizaría en cada uno de los bloques de metadatos para poder leer el bloque de datos que contiene el byte 268 435 456 de un fichero. Ejemplo de respuesta: «se utilizaría la entrada 3 del BTI apuntado por el nodo-i → la entrada 34 del BDI al que apunta la anterior → la entrada 48 del BSI apuntado por el anterior».

2. (1,7 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	??? bits
	V	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	??? bits	32 bits	??? bits	7 bits	??? bits
	V	NPV	PID	NMP	Control	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:

- (0,3 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).

- b) (0,4 puntos) Sabiendo que la función de dispersión empleada es $h(PID, NPV) = (PID + NPV) \text{ módulo } 256$, ¿cuántas entradas se necesitan para la tabla de dispersión? Indica también los valores que faltan en la tabla de dispersión marcados como ???.
- c) (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.
- d) (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.

Soluciones

1. La solución del ejercicio de desarrolla en los siguientes apartados:

- a) El MBR y el superbloque ocupan un bloque respectivamente. Sabemos que tenemos sitio para 524 288 nodos-i, así que como cada nodo-i tiene asociado un bit en el mapa de bits de nodos-i y un bloque contiene $4096 \times 8 = 32\,768$ bits, podemos dividir $524\,288/32\,768 = 16$ bloques para el mapa de bits de nodos-i. Además como cada nodo-i ocupa 64 bytes, necesitaremos $524\,288 \times 64/4\,096 = 8\,192$ bloques de nodos-i para contenerlos. Sólo nos falta calcular el tamaño en bloques de la zona de datos y del mapa de bits que la gestiona. Para ello tendremos que saber el tamaño total del disco: $(8 \times 4096 \times 512 \times 512)/1024 = 8\,388\,608\text{KiB} = 8\text{GiB}$. Como queremos trabajar con bloques lógicos, dividimos ese número entre 4 KiB, dándonos 2 097 152 bloques.

A partir del total ya podemos plantear la ecuación que nos dará el número de bloques dedicados al mapa de bits de la zona de datos (B_{mb_d}). Recordemos que hay un bit asociado a cada bloque de dicha zona, así que la ecuación queda:

$$B_{mb_d} + (4096 \times 8) \times B_{mb_d} = 2\,097\,152 - 1 - 1 - 16 - 8912 = 2\,088\,942$$

y al despejar « B_{mb_d} » nos da un valor de 63,75 bloques que redondeamos a 64 bloques de mapa de bits. Estos bloques se restan de 2 088 942 y lo que nos da es el número de bloques de la zona de datos: 2 088 878 bloques. Es importante sumar todos los valores para comprobar que todo se ha hecho correctamente: $1 + 1 + 16 + 8192 + 64 + 2\,088\,878 = 2\,097\,152$ bloques.

- b) Un fichero de 1 GiB necesita un total de 262 144 bloques de 4 KiB para poder almacenar todos los datos. El nodo-i contiene 10 bloques directos, por tanto necesitamos guardar 262 134 números de bloque de 4 bytes cada uno. Como en un bloque de 4 KiB caben 1024 números de bloque, necesitaríamos $262\,134/1024 = 255,99 = 256$ bloques BSI para poder contener esos números de bloque, necesitando por tanto un bloque BDI también. Si sumamos, tenemos un total de 257 bloques de metadatos necesarios para gestionar el fichero.
- c) Primero debemos recordar que se nos pide calcular el bloque en el que se encuentra dicho byte, para lo cual debemos tener presente que se empieza a numerar por 0, así que dividiremos el número de byte entre 4096, obteniendo el número de bloque donde se encuentra: $268\,435\,456/4096 = 65\,536$. Ahora tendremos que determinar en qué zona de los metadatos se encuentra ese número de bloque. Para ello restaremos los 10 números de bloque que contiene el nodo-i, dándonos 65 526. A partir de este número podemos determinar el número de BSIs que necesitaremos para almacenar esos números de bloque $65\,526/1024 = 63,99$ lo que nos dice que necesitaremos 64 BSIs, pero que el número de bloque que andamos buscando se encuentra en el BSI número 63. Como hay un BSI suelto en la estructura del nodo-i, lo descontamos para localizar el número de BSI que necesitamos dentro del BDI, que será el número 62 (empezando desde 0), y la entrada donde encontraremos el número de bloque que buscamos será la $65\,526 - 63 \times 1024 = 1014$ (empezando a contar desde 0). En definitiva, debemos usar la entrada 62 del BDI, la cual almacenará la dirección de un BSI del cual usaremos su entrada 1014. Esta última contendrá la dirección de disco del bloque de datos que contiene el byte buscado (el bloque 65 536 del fichero).

2. 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: $65\,536 \times 1024 / 4 = 16\,777\,216$ 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: $262\,144 \times 1024 / 4 = 67\,108\,864$ 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 $h(768, 0x1100042) = (768 + 0x1100042) \bmod 256 = 66$, 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: $h(768, 0x3730C40) = (768 + 0x3730C40) \bmod 256 = 64$

- 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: $h(768, 0x120FA00) = (768+0x120FA00) \bmod 256 = 0$. 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: $h(768, 0x320FA01) = (768+0x320FA01) \bmod 256 = 1$ (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 V	24 bits Entrada
0	1	1
1	1	157
2	1	2133
...		
64	1	159
65	0	
66	1	156
...		
80	1	0
...		
144	1	158
...		

Tabla de dispersión

	1bit V	26 bits NPV	32 bits PID	24 bits NMP	7 bits Control	24 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	0x320FA01	768	324	xxx	157
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

Nº	a	b	Respuestas del test			Nº	a	b
1		X				21	X	
2		X				22		X
3		X				23		X
4	X					24	X	
5	X					25		X
6	X					26		X
7	X					27	X	
8		X				28		X
9		X				29		X
10	X					30	X	
11		X				31		X
12	X					32		X
13	X					33		X
14		X				34		X
15		X				35		X
16		X				36	X	
17	X					37		X
18	X					38	X	
19	X					39		X
20	X					40	X	