

Taller Ext2

Sergio Romano

Departamento de Computación, FCEyN,
Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Sistemas Operativos, primer cuatrimestre de 2016

(2) Presentación Taller

- Hoy vamos a programar ext2

(2) Presentación Taller

- Hoy vamos a programar ext2
- ¿Qué tenemos para hacerlo?

(2) Presentación Taller

- Hoy vamos a programar ext2
- ¿Qué tenemos para hacerlo?
 - Lo que aprendimos en la teoría sobre ext2

(2) Presentación Taller

- Hoy vamos a programar ext2
- ¿Qué tenemos para hacerlo?
 - Lo que aprendimos en la teoría sobre ext2
 - Lo que aprendimos en la práctica sobre ext2

(2) Presentación Taller

- Hoy vamos a programar ext2
- ¿Qué tenemos para hacerlo?
 - Lo que aprendimos en la teoría sobre ext2
 - Lo que aprendimos en la práctica sobre ext2
 - Un disco al cual podemos acceder a cualquiera de sus bloques

(3) El disco

- ¿Qué es? Un montón de bits agrupados en bloques.

(3) El disco

- ¿Qué es? Un montón de bits agrupados en bloques.
- A cada bloque lo accedo con su LBA (Logical Block Addressing).

(3) El disco

- ¿Qué es? Un montón de bits agrupados en bloques.
- A cada bloque lo accedo con su LBA (Logical Block Addressing).
- API de HDD:

```
int read(unsigned int lba, unsigned char * buffer);  
int write(unsigned int lba, unsigned char * buffer);
```

(3) El disco

- ¿Qué es? Un montón de bits agrupados en bloques.
- A cada bloque lo accedo con su LBA (Logical Block Addressing).
- API de HDD:

```
int read(unsigned int lba, unsigned char * buffer);  
int write(unsigned int lba, unsigned char * buffer);
```
- Con lo que aprendieron y la API para leer, **a programar!**

(3) El disco

- ¿Qué es? Un montón de bits agrupados en bloques.
- A cada bloque lo accedo con su LBA (Logical Block Addressing).
- API de HDD:

```
int read(unsigned int lba, unsigned char * buffer);  
int write(unsigned int lba, unsigned char * buffer);
```
- Con lo que aprendieron y la API para leer, **a programar!**
- ¿Dudas?

(3) El disco

- ¿Qué es? Un montón de bits agrupados en bloques.
- A cada bloque lo accedo con su LBA (Logical Block Addressing).
- API de HDD:

```
int read(unsigned int lba, unsigned char * buffer);  
int write(unsigned int lba, unsigned char * buffer);
```
- Con lo que aprendieron y la API para leer, **a programar!**
- ¿Dudas?
- ¿Qué tamaño tiene el disco?

(3) El disco

- ¿Qué es? Un montón de bits agrupados en bloques.
- A cada bloque lo accedo con su LBA (Logical Block Addressing).
- API de HDD:

```
int read(unsigned int lba, unsigned char * buffer);  
int write(unsigned int lba, unsigned char * buffer);
```
- Con lo que aprendieron y la API para leer, **a programar!**
- ¿Dudas?
- ¿Qué tamaño tiene el disco?

(3) El disco

- ¿Qué es? Un montón de bits agrupados en bloques.
- A cada bloque lo accedo con su LBA (Logical Block Addressing).
- API de HDD:

```
int read(unsigned int lba, unsigned char * buffer);  
int write(unsigned int lba, unsigned char * buffer);
```
- Con lo que aprendieron y la API para leer, **a programar!**
- ¿Dudas?
- ¿Qué tamaño tiene el disco? Ni idea
- ¿Qué tamaño tiene cada bloque?


(3) El disco

- ¿Qué es? Un montón de bits agrupados en bloques.
- A cada bloque lo accedo con su LBA (Logical Block Addressing).
- API de HDD:

```
int read(unsigned int lba, unsigned char * buffer);  
int write(unsigned int lba, unsigned char * buffer);
```
- Con lo que aprendieron y la API para leer, **a programar!**
- ¿Dudas?
- ¿Qué tamaño tiene el disco? Ni idea
- ¿Qué tamaño tiene cada bloque?

(3) El disco

- ¿Qué es? Un montón de bits agrupados en bloques.
- A cada bloque lo accedo con su LBA (Logical Block Addressing).
- API de HDD:

```
int read(unsigned int lba, unsigned char * buffer);  
int write(unsigned int lba, unsigned char * buffer);
```
- Con lo que aprendieron y la API para leer, **a programar!**
- ¿Dudas?
- ¿Qué tamaño tiene el disco? Ni idea
- ¿Qué tamaño tiene cada bloque? 512 bytes (ver Advanced Format)
- ¿Por dónde empiezo? 

(4) MBR

- Master Boot Record

(4) MBR

- Master Boot Record
- El primer bloque del disco

Structure of a classical generic MBR

Address		Description		Size (bytes)
Hex	Dec			
+000h	+0	Bootstrap code area		446
+1BEh	+446	Partition entry #1	Partition table (for primary partitions)	16
+1CEh	+462	Partition entry #2		16
+1DEh	+478	Partition entry #3		16
+1EEh	+494	Partition entry #4		16
+1FEh	+510	55h	Boot signature ^[a]	2
+1FFh	+511	AAh		
Total size: 446 + 4×16 + 2				512

(4) MBR

- Master Boot Record
- El primer bloque del disco

Structure of a classical generic MBR

Address		Description		Size (bytes)
Hex	Dec			
+000h	+0	Bootstrap code area		446
+1BEh	+446	Partition entry #1	Partition table (for primary partitions)	16
+1CEh	+462	Partition entry #2		16
+1DEh	+478	Partition entry #3		16
+1EEh	+494	Partition entry #4		16
+1FEh	+510	55h	Boot signature ^[a]	2
+1FFh	+511	AAh		
Total size: 446 + 4×16 + 2				512

- No está en TODOS los discos.

(4) MBR

- Master Boot Record
- El primer bloque del disco

Structure of a classical generic MBR

Address		Description		Size (bytes)
Hex	Dec			
+000h	+0	Bootstrap code area		446
+1BEh	+446	Partition entry #1	Partition table (for primary partitions)	16
+1CEh	+462	Partition entry #2		16
+1DEh	+478	Partition entry #3		16
+1EEh	+494	Partition entry #4		16
+1FEh	+510	55h	Boot signature ^[a]	2
+1FFh	+511	AAh		
Total size: 446 + 4×16 + 2				512

- No está en TODOS los discos.
- Tabla de Particiones GUID (GPT) busca jubilarlo.

(5) Partición de EXT2

- Llegamos hasta donde empieza ext2. ¿Y ahora?

(5) Partición de EXT2

- Llegamos hasta donde empieza ext2. ¿Y ahora?
- El superbloc: el que tiene **la posta**.

(5) Partición de EXT2

- Llegamos hasta donde empieza ext2. ¿Y ahora?
- El superblock: el que tiene **la posta**.
- ¿En qué bloque de la partición estará?


(5) Partición de EXT2

- Llegamos hasta donde empieza ext2. ¿Y ahora?
- El superblock: el que tiene **la posta**.
- ¿En qué bloque de la partición estará?
- Exacto, en el tercer bloque.

(5) Partición de EXT2

- Llegamos hasta donde empieza ext2. ¿Y ahora?
- El superblock: el que tiene **la posta**.
- ¿En qué bloque de la partición estará?
- Exacto, en el tercer bloque.

(5) Partición de EXT2

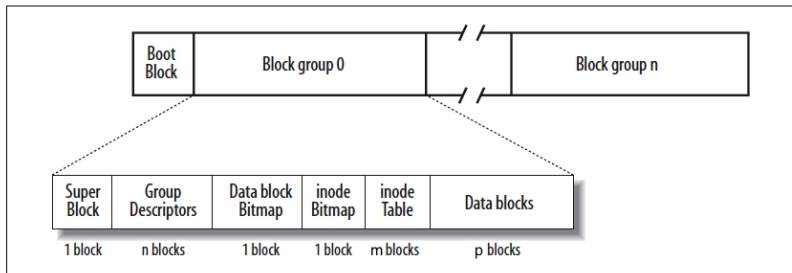
- Llegamos hasta donde empieza ext2. ¿Y ahora?
- El superblock: el que tiene **la posta**.
- ¿En qué bloque de la partición estará?
- Exacto, en el tercer bloque. WTF?
- En realidad, siempre en el byte 1024. Independientemente, del tamaño del bloque. 

(6) Superblock

```
struct Ext2FSSuperblock {
__le32 s_inodes_count; /* Inodes count */
__le32 s_blocks_count; /* Blocks count */
__le32 s_r_blocks_count; /* Reserved blocks count */
__le32 s_free_blocks_count; /* Free blocks count */
__le32 s_free_inodes_count; /* Free inodes count */
__le32 s_first_data_block; /* First Data Block */
__le32 s_log_block_size; /* Block size */
...
__le32 s_blocks_per_group; /* # Blocks per group */
...
__le32 s_inodes_per_group; /* # Inodes per group */
...
__le16 s_magic; /* Magic signature */
__le32 s_first_ino; /* First non-reserved inode */
__le16 s_inode_size; /* size of inode structure */
```

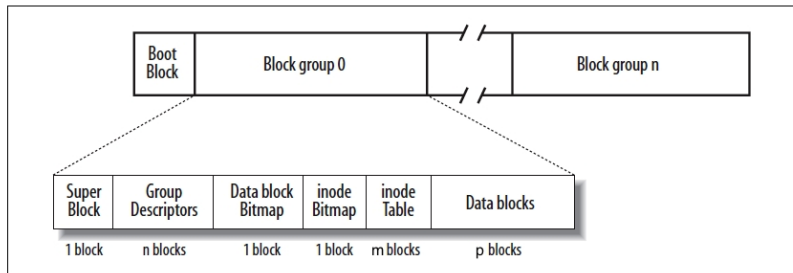
(7) Estructura de Ext2

- Todo muy lindo pero ¿dónde está mi archivo /home/krypton.gis ?



(7) Estructura de Ext2

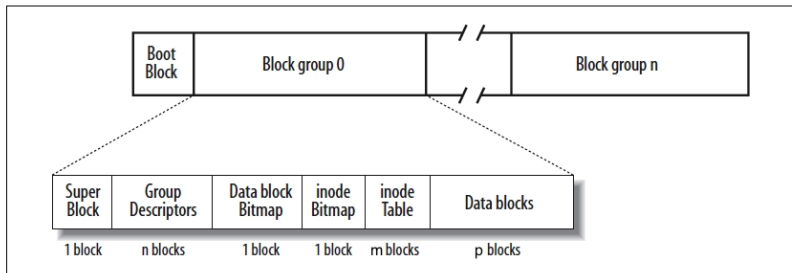
- Todo muy lindo pero ¿dónde está mi archivo /home/krypton.gis ?



- La bola mágica me dijo que está en el inodo 2483.

(7) Estructura de Ext2

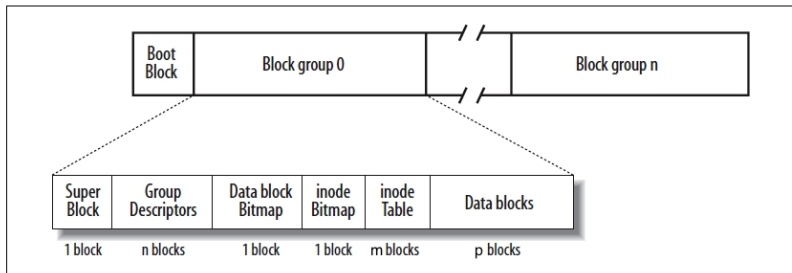
- Todo muy lindo pero ¿dónde está mi archivo /home/krypton.gis ?



- La bola mágica me dijo que está en el inodo 2483.

(7) Estructura de Ext2

- Todo muy lindo pero ¿dónde está mi archivo /home/krypton.gis ?



- La bola mágica me dijo que está en el inodo 2483.

(8) Inodo

- La representación de un archivo

(8) Inodo

- La representación de un archivo
- Un archivo puede ser desde un archivo regular, hasta un directorio, un pipe, un socket, un device, etc.

(8) Inodo

- La representación de un archivo
- Un archivo puede ser desde un archivo regular, hasta un directorio, un pipe, un socket, un device, etc.
- Hoy, para nosotros, una struct de `FSInode`

(9) FSInode

```
struct Ext2FSInode {
    unsigned short mode;
    unsigned short uid;
    unsigned int size;
    unsigned int atime;
    unsigned int ctime;
    unsigned int mtime;
    unsigned int dtime;
    unsigned short gid;
    unsigned short links_count;
    unsigned int blocks;
    unsigned int flags;
    unsigned int os_dependant_1;
    unsigned int block[15];
    unsigned int generation;
    unsigned int file_acl;
    unsigned int directory_acl;
    unsigned int faddr;
    unsigned int os_dependant_2[3];
}
```



(9) FSInode

```
struct Ext2FSInode {  
    unsigned short mode;  
    unsigned short uid;  
    unsigned int size;  
    unsigned int atime;  
    unsigned int ctime;  
    unsigned int mtime;  
    unsigned int dtime;  
    unsigned short gid;  
    unsigned short links_count;  
    unsigned int blocks;  
    unsigned int flags;  
    unsigned int os_dependant_1;  
    unsigned int block[15];  
    unsigned int generation;  
    unsigned int file_acl;  
    unsigned int directory_acl;  
    unsigned int faddr;  
    unsigned int os_dependant_2[3];  
}
```

- ¿Dónde están los datos? 




(9) FSInode

```
struct Ext2FSInode {  
    unsigned short mode;  
    unsigned short uid;  
    unsigned int size;  
    unsigned int atime;  
    unsigned int ctime;  
    unsigned int mtime;  
    unsigned int dtime;  
    unsigned short gid;  
    unsigned short links_count;  
    unsigned int blocks;  
    unsigned int flags;  
    unsigned int os_dependant_1;  
    unsigned int block[15];  
    unsigned int generation;  
    unsigned int file_acl;  
    unsigned int directory_acl;  
    unsigned int faddr;  
    unsigned int os_dependant_2[3];  
}
```

- ¿Dónde están los datos? 
- ¿Dónde está el nombre del archivo?  Porque la gente no anda preguntando por números de inodos.

(9) FSInode

```
struct Ext2FSInode {  
    unsigned short mode;  
    unsigned short uid;  
    unsigned int size;  
    unsigned int atime;  
    unsigned int ctime;  
    unsigned int mtime;  
    unsigned int dtime;  
    unsigned short gid;  
    unsigned short links_count;  
    unsigned int blocks;  
    unsigned int flags;  
    unsigned int os_dependant_1;  
    unsigned int block[15];  
    unsigned int generation;  
    unsigned int file_acl;  
    unsigned int directory_acl;  
    unsigned int faddr;  
    unsigned int os_dependant_2[3];  
}
```

- ¿Dónde están los datos? 
- ¿Dónde está el nombre del archivo?  Porque la gente no anda preguntando por números de inodos.
- ¿El inodo directorio qué struct usa? 

(10) Inodo - Datos

- 15 Punteros a bloques con distintos sabores:

(10) Inodo - Datos

- 15 Punteros a bloques con distintos sabores:
 - 12 Punteros a bloques de datos directos

(10) Inodo - Datos

- 15 Punteros a bloques con distintos sabores:
 - 12 Punteros a bloques de datos directos
 - 1 Puntero indirecto a bloque de datos

(10) Inodo - Datos

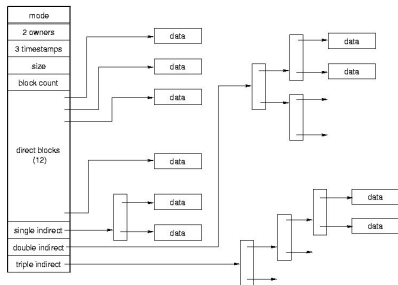
- 15 Punteros a bloques con distintos sabores:
 - 12 Punteros a bloques de datos directos
 - 1 Puntero indirecto a bloque de datos
 - 1 Puntero con una doble indirección a bloque de datos

(10) Inodo - Datos


- 15 Punteros a bloques con distintos sabores:
 - 12 Punteros a bloques de datos directos
 - 1 Puntero indirecto a bloque de datos
 - 1 Puntero con una doble indirección a bloque de datos
 - 1 Puntero con una triple indirección a bloque de datos.

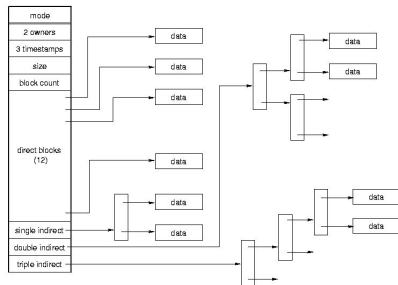
(10) Inodo - Datos

- 15 Punteros a bloques con distintos sabores:
 - 12 Punteros a bloques de datos directos
 - 1 Puntero indirecto a bloque de datos
 - 1 Puntero con una doble indirección a bloque de datos
 - 1 Puntero con una triple indirección a bloque de datos.



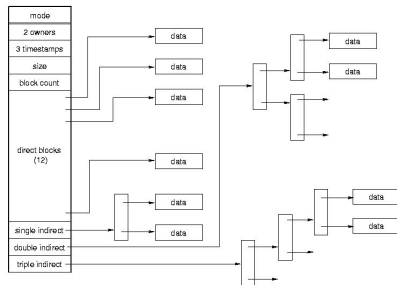
(10) Inodo - Datos

- 15 Punteros a bloques con distintos sabores:
 - 12 Punteros a bloques de datos directos
 - 1 Puntero indirecto a bloque de datos
 - 1 Puntero con una doble indirección a bloque de datos
 - 1 Puntero con una triple indirección a bloque de datos.
- ¿Por qué hicieron este quilombo? 



(10) Inodo - Datos

- 15 Punteros a bloques con distintos sabores:
 - 12 Punteros a bloques de datos directos
 - 1 Puntero indirecto a bloque de datos
 - 1 Puntero con una doble indirección a bloque de datos
 - 1 Puntero con una triple indirección a bloque de datos.



- ¿Por qué hicieron este quilombo? ⚠
- ¿En qué parte del disco están cada bloque? ⚠

(11) Inodo - Directorio

- Es un inodo IGUAL que cualquier otro.

(11) Inodo - Directorio

- Es un inodo IGUAL que cualquier otro.
- Es decir, tiene la misma estructura Ext2FSInode.


(11) Inodo - Directorio

- Es un inodo IGUAL que cualquier otro.
- Es decir, tiene la misma estructura Ext2FSInode.
- Entonces ¿Dónde están los archivos de mi directorio?

(11) Inodo - Directorio

- Es un inodo IGUAL que cualquier otro.
- Es decir, tiene la misma estructura Ext2FSInode.
- Entonces ¿Dónde están los archivos de mi directorio?
- En los bloques de datos.

(11) Inodo - Directorio

- Es un inodo IGUAL que cualquier otro.
- Es decir, tiene la misma estructura Ext2FSInode.
- Entonces ¿Dónde están los archivos de mi directorio?
- En los bloques de datos.
- Repito, en los bloques de datos. 


(12) Ext2FSInode

```
struct Ext2FSDirEntry {  
    unsigned int inode;  
    unsigned short record_length;  
    unsigned char name_length;  
    unsigned char file_type;  
    char name[];  
};
```

- **Los datos** del inodo son un arreglo de struct Ext2FSDirEntry


(12) Ext2FSInode

```
struct Ext2FSDirEntry {  
    unsigned int inode;  
    unsigned short record_length;  
    unsigned char name_length;  
    unsigned char file_type;  
    char name[];  
};
```

- **Los datos** del inodo son un arreglo de struct Ext2FSDirEntry
- La struct tiene tamaño variable. 


(12) Ext2FSInode

```
struct Ext2FSDirEntry {  
    unsigned int inode;  
    unsigned short record_length;  
    unsigned char name_length;  
    unsigned char file_type;  
    char name[];  
};
```

- **Los datos** del inodo son un arreglo de struct Ext2FSDirEntry
- La struct tiene tamaño variable. 
- ¿Cómo saber cuantas structs tengo en mi arreglo? Para pensar.

(12) Ext2FSInode

```
struct Ext2FSDirEntry {  
    unsigned int inode;  
    unsigned short record_length;  
    unsigned char name_length;  
    unsigned char file_type;  
    char name[];  
};
```

- **Los datos** del inodo son un arreglo de struct Ext2FSDirEntry
- La struct tiene tamaño variable. 
- ¿Cómo saber cuantas structs tengo en mi arreglo? Para pensar.
- ¿De verdad vas a usar un arreglo si tienen tamaño variable? Apa-la-la

(13) Enunciado

- Completar la implementación de los siguientes métodos:

(13) Enunciado

- Completar la implementación de los siguientes métodos:
 - `unsigned int get_block_address(inode,block_number)`

(13) Enunciado

- Completar la implementación de los siguientes métodos:
 - unsigned int get_block_address(inode,block_number)
 - Ext2FSInode * load_inode(inode_number)

(13) Enunciado

- Completar la implementación de los siguientes métodos:
 - unsigned int get_block_address(inode,block_number)
 - Ext2FSInode * load_inode(inode_number)
 - Ext2FSInode * get_file_inode_from_dir_inode(from,filename)

(13) Enunciado

- Completar la implementación de los siguientes métodos:
 - unsigned int get_block_address(inode,block_number)
 - Ext2FSInode * load_inode(inode_number)
 - Ext2FSInode * get_file_inode_from_dir_inode(from,filename)
- Hacer un programa que, utilizando el FS programado en el punto anterior, imprima los 17 caracteres que se encuentran guardados en el archivo /grupos/gNUMERO/nota.txt (de la imagen de disco hdd.raw provista) a partir de la posición 14000 inclusive

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente
- Estructuras de Ext2FS

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente
- Estructuras de Ext2FS
 - Ext2FSSuperblock (Superblock)

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente
- Estructuras de Ext2FS
 - Ext2FSSuperblock (Superblock)
 - Ext2FSBlockGroupDescriptor (Block Group Descriptor)

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente
- Estructuras de Ext2FS
 - Ext2FSSuperblock (Superblock)
 - Ext2FSBlockGroupDescriptor (Block Group Descriptor)
 - Ext2FSInode (Inode)

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente
- Estructuras de Ext2FS
 - Ext2FSSuperblock (Superblock)
 - Ext2FSBlockGroupDescriptor (Block Group Descriptor)
 - Ext2FSInode (Inode)
 - Ext2FSDirEntry (Directory Entry)

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente
- Estructuras de Ext2FS
 - Ext2FSSuperblock (Superblock)
 - Ext2FSBlockGroupDescriptor (Block Group Descriptor)
 - Ext2FSInode (Inode)
 - Ext2FSDirEntry (Directory Entry)
- Funciones auxiliares de Ext2FS

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente
- Estructuras de Ext2FS
 - Ext2FSSuperblock (Superblock)
 - Ext2FSBlockGroupDescriptor (Block Group Descriptor)
 - Ext2FSInode (Inode)
 - Ext2FSDirEntry (Directory Entry)
- Funciones auxiliares de Ext2FS
 - `read_block`: Lee un bloque de disco

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente
- Estructuras de Ext2FS
 - Ext2FSSuperblock (Superblock)
 - Ext2FSBlockGroupDescriptor (Block Group Descriptor)
 - Ext2FSInode (Inode)
 - Ext2FSDirEntry (Directory Entry)
- Funciones auxiliares de Ext2FS
 - read_block: Lee un bloque de disco
 - superblock: Devuelve el superbloque

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente
- Estructuras de Ext2FS
 - Ext2FSSuperblock (Superblock)
 - Ext2FSBlockGroupDescriptor (Block Group Descriptor)
 - Ext2FSInode (Inode)
 - Ext2FSDirEntry (Directory Entry)
- Funciones auxiliares de Ext2FS
 - read_block: Lee un bloque de disco
 - superblock: Devuelve el superbloque
 - block_group: Devuelve el descriptor del bloque de grupo

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente
- Estructuras de Ext2FS
 - Ext2FSSuperblock (Superblock)
 - Ext2FSBlockGroupDescriptor (Block Group Descriptor)
 - Ext2FSInode (Inode)
 - Ext2FSDirEntry (Directory Entry)
- Funciones auxiliares de Ext2FS
 - read_block: Lee un bloque de disco
 - superblock: Devuelve el superbloque
 - block_group: Devuelve el descriptor del bloque de grupo
 - blockgroup_for_inode: Número de blockgroup del inodo

(14) ¿Qué tengo solucionado?

- Clases HDD, MBR y PartitionEntry resueltas
- Clase Ext2FS parcialmente
- Estructuras de Ext2FS
 - Ext2FSSuperblock (Superblock)
 - Ext2FSBlockGroupDescriptor (Block Group Descriptor)
 - Ext2FSInode (Inode)
 - Ext2FSDirEntry (Directory Entry)
- Funciones auxiliares de Ext2FS
 - read_block: Lee un bloque de disco
 - superblock: Devuelve el superbloque
 - block_group: Devuelve el descriptor del bloque de grupo
 - blockgroup_for_inode: Número de blockgroup del inodo
 - blockgroup_inode_index: Offset dentro de la tabla de inodos para el inodo

(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado

(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado
- Descompriman la imagen `hdd.raw.gz` en `/tmp` para usarla.


(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado
- Descompriman la imagen hdd.raw.gz en /tmp para usarla.
- Hay estructuras para cada tipo


(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado
- Descompriman la imagen hdd.raw.gz en /tmp para usarla.
- Hay estructuras para cada tipo
- Utilicen las funciones auxiliares

(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado
- Descompriman la imagen hdd.raw.gz en /tmp para usarla.
- Hay estructuras para cada tipo
- Utilicen las funciones auxiliares
- Los directorios son archivos 



(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado
- Descompriman la imagen hdd.raw.gz en /tmp para usarla.
- Hay estructuras para cada tipo
- Utilicen las funciones auxiliares
- Los directorios son archivos 
- ¿Los directorios son archivos?



(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado
- Descompriman la imagen hdd.raw.gz en /tmp para usarla.
- Hay estructuras para cada tipo
- Utilicen las funciones auxiliares
- Los directorios son archivos ⚠
- ¿Los directorios son archivos?
- Sí, los directorios son archivos ⚠

(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado
- Descompriman la imagen hdd.raw.gz en /tmp para usarla.
- Hay estructuras para cada tipo
- Utilicen las funciones auxiliares
- Los directorios son archivos 
- ¿Los directorios son archivos?
- Sí, los directorios son archivos 
- Documentación



(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado
- Descompriman la imagen hdd.raw.gz en /tmp para usarla.
- Hay estructuras para cada tipo
- Utilicen las funciones auxiliares
- Los directorios son archivos 
- ¿Los directorios son archivos?
- Sí, los directorios son archivos 
- Documentación
 - <http://www.nongnu.org/ext2-doc/ext2.html>



(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado
- Descompriman la imagen hdd.raw.gz en /tmp para usarla.
- Hay estructuras para cada tipo
- Utilicen las funciones auxiliares
- Los directorios son archivos ⚠
- ¿Los directorios son archivos?
- Sí, los directorios son archivos ⚠
- Documentación
 - <http://www.nongnu.org/ext2-doc/ext2.html>
 - <http://e2fsprogs.sourceforge.net/ext2intro.html>

(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado
- Descompriman la imagen hdd.raw.gz en /tmp para usarla.
- Hay estructuras para cada tipo
- Utilicen las funciones auxiliares
- Los directorios son archivos 
- ¿Los directorios son archivos?
- Sí, los directorios son archivos 
- Documentación
 - <http://www.nongnu.org/ext2-doc/ext2.html>
 - <http://e2fsprogs.sourceforge.net/ext2intro.html>
 - <http://wiki.osdev.org/Ext2>

(15) Últimos tips

- Hagan los ejercicios en el orden dado
- Descompriman la imagen hdd.raw.gz en /tmp para usarla.
- Hay estructuras para cada tipo
- Utilicen las funciones auxiliares
- Los directorios son archivos 
- ¿Los directorios son archivos?
- Sí, los directorios son archivos 
- Documentación
 - <http://www.nongnu.org/ext2-doc/ext2.html>
 - <http://e2fsprogs.sourceforge.net/ext2intro.html>
 - <http://wiki.osdev.org/Ext2>
 - <http://oreilly.com/catalog/linuxkernel2/chapter/ch17.pdf>