Sistemas Operativos

Curso
2015-2016

Módulo 2: Gestión de Ficheros

Práctica 2: Sistema de Ficheros

SO

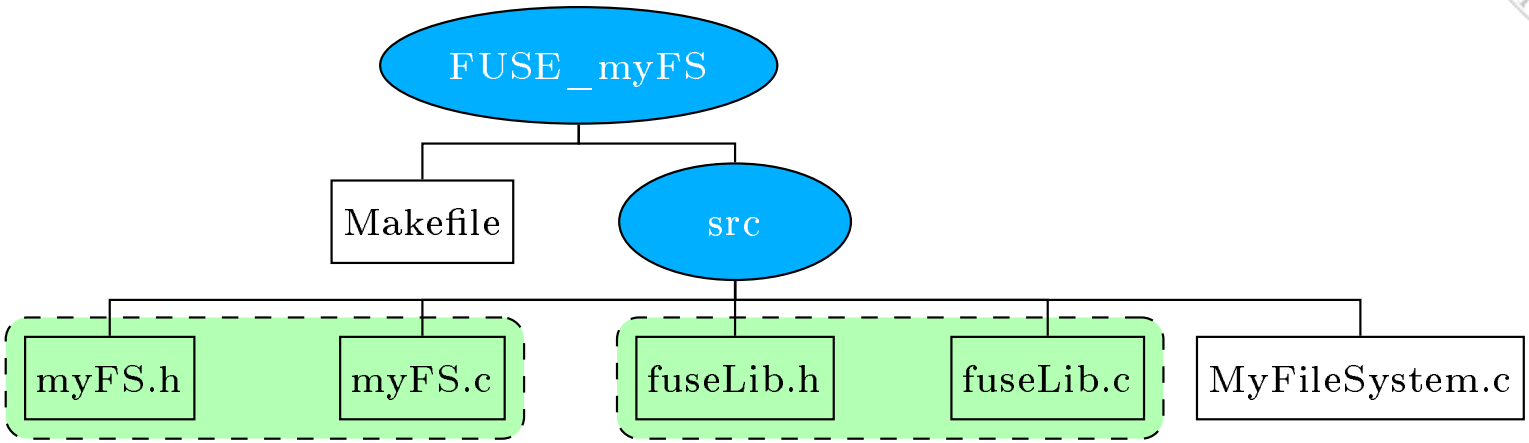
Agenda

Objetivo

- Crear nuestro propio sistema de ficheros sobre un disco virtual representado por un fichero del SF nativo de Linux
- Montar nuestro sistema de ficheros con FUSE para poder interacicionar con él con las herramientas habituales (ls, cat, nautilus, . . .)
- Afianzar el conocimiento sobre el interfaz POSIX para ficheros
- Afianzar el conocimiento sobre el funcionamiento de los sistemas de ficheros

Agenda

Ficheros del proyecto



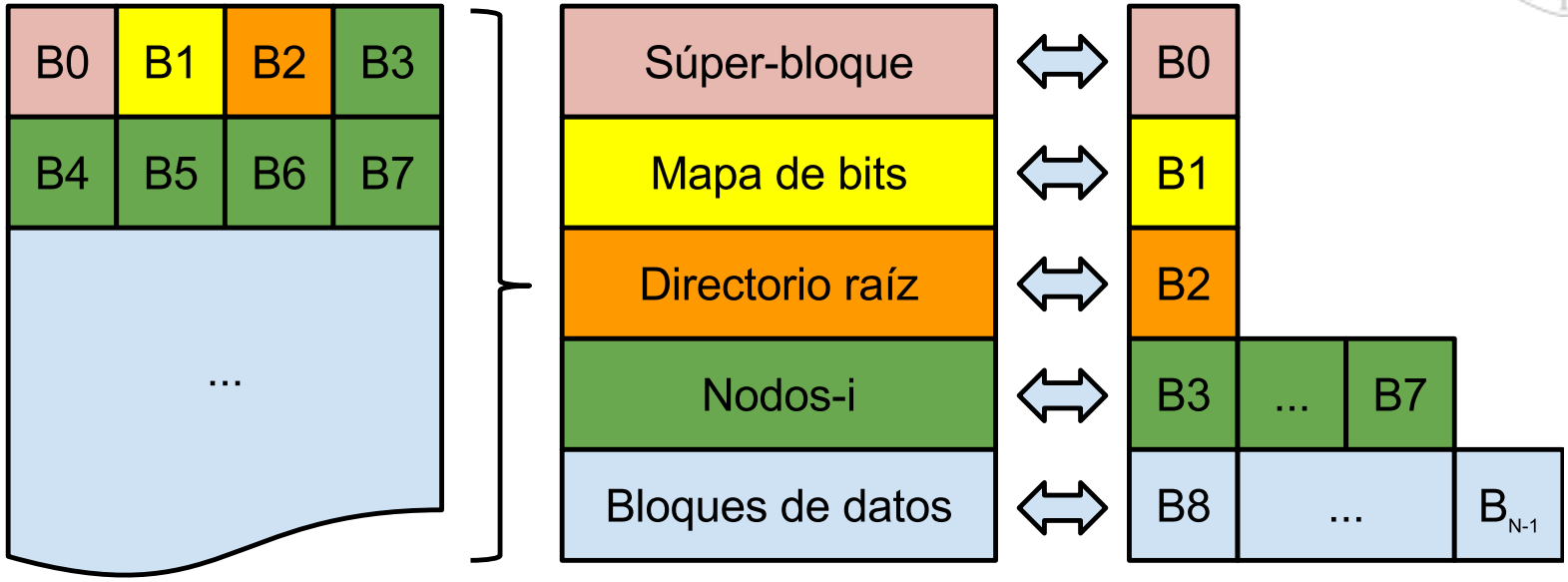
Agenda

Sistema de Ficheros Simple

Sistema de ficheros de bloques indexados tipo UNIX:

- Sólo un directorio, de tamaño 1 bloque
  - Limitamos el tamaño del nombre de los ficheros
- Estructura del nodo-i:
  - sólo enlaces directos, todo el índice en el nodo-i
- 1 bloque para el superbloque
- 1 bloque para el Mapa de bits
- Tabla de nodos-i: 5 bloques
- Resto para bloques de datos
  - (Tamaño Disco Virtual / Tamaño de bloque)
  - Debe haber 1 como mínimo
- Limitamos el tamaño de los ficheros (en bloques)

Estructura del disco Virtual



Archivo ⇔ SF ⇔ Conjunto de bloques

Correspondencia estructura SF ⇔ bloques del archivo

Macros

```
#define BIT unsigned
#define BLOCK_SIZE_BYTES 4096
#define NUM_BITS (BLOCK_SIZE_BYTES/sizeof(BIT))
#define MAX_BLOCKS_WITH_NODES 5
#define MAX_BLOCKS_PER_FILE 100
#define MAX_FILES_PER_DIRECTORY 100
#define MAX_LEN_FILE_NAME 15
#define DISK_LBA int
#define BOOLEAN int

#define SUPERBLOCK_IDX 0
#define BITMAP_IDX 1
#define DIRECTORY_IDX 2
#define NODES_IDX 3
```

Sistema de Ficheros

Se utiliza la siguiente estructura para representar en memoria el SF:

```
typedef struct MyFileSystemStructure {
    int fdVirtualDisk;     // File descriptor where the whole filesystem is stored
    SuperBlockStruct superBlock;  // Super block
    BIT bitMap[NUM_BITS];         // Bit map
    DirectoryStruct directory;    // Root directory
    NodeStruct* nodes[MAX_NODES]; // Array of inode pointers
    int numFreeNodes;             // # of available inodes
} MyFileSystem;
```

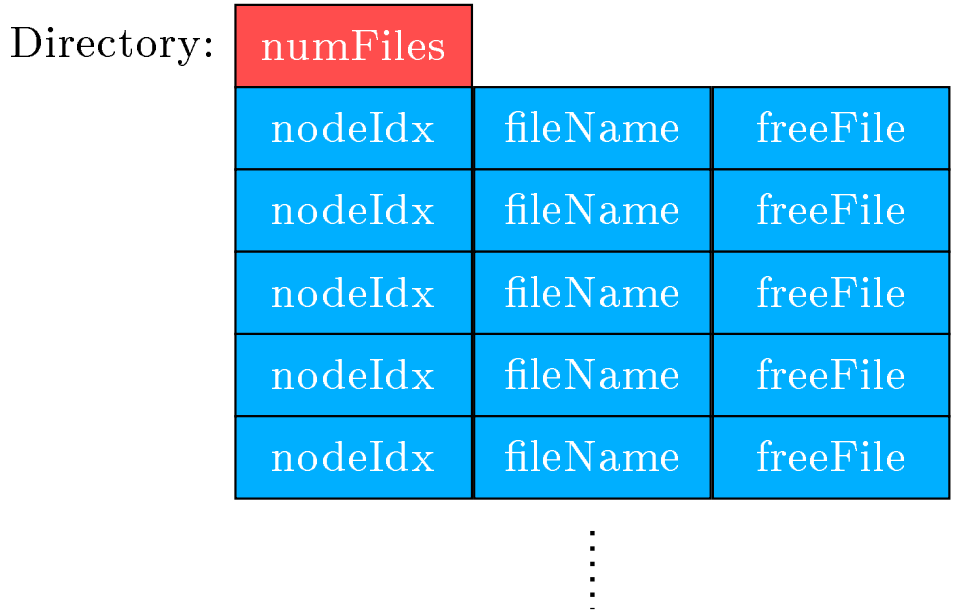
Superbloque

```
typedef struct SuperBlockStructure {
    time_t creationTime;        // Creation time
    int diskSizeInBlocks;       // # blocks in disk
    int numOfFreeBlocks;        // # of available blocks
    int blockSize;              // Block size
    int maxLenFileName;         // Max. length of a file name
    int maxBlocksPerFile;       // Max. number of blocks per file
} SuperBlockStruct;
```

Directorio

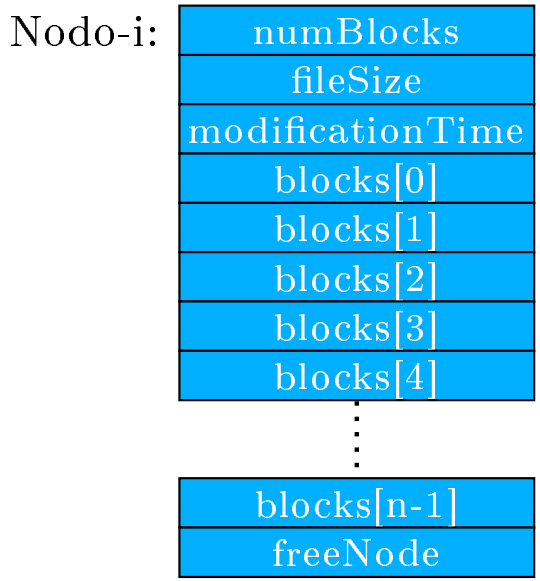
```
typedef struct FileStructure {
    int  nodeIdx;                              // Associated i-node
    char fileName[MAX_LEN_FILE_NAME + 1];      // File name
    BOOLEAN freeFile;                          // Free file
} FileStruct;

typedef struct DirectoryStructure {
    int numFiles;                                  // Num files
    FileStruct files[MAX_FILES_PER_DIRECTORY];     // Files
} DirectoryStruct;
```

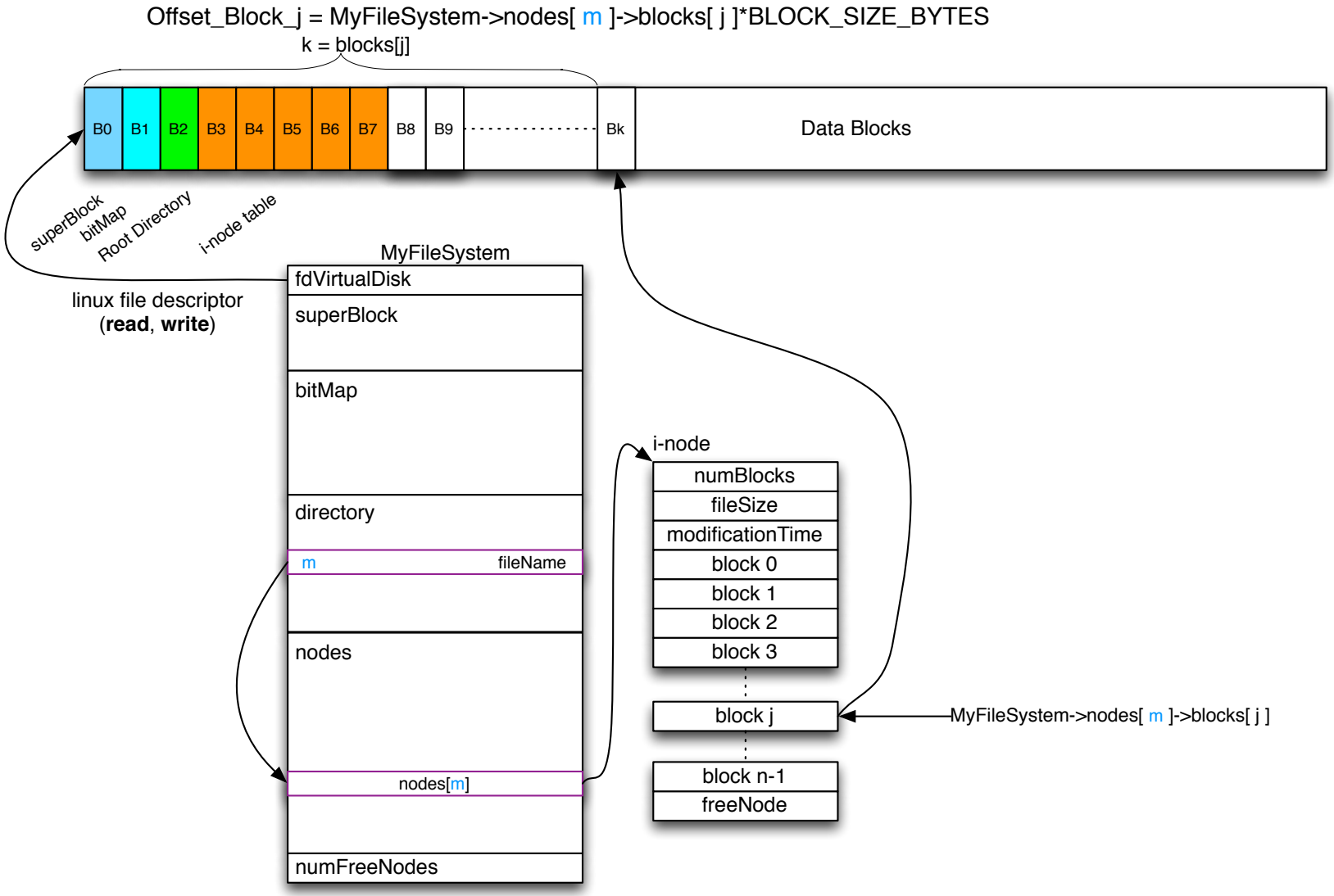


Nodo-i

```
typedef struct NodeStructure {
    int numBlocks;                                  // Num blocks
    int fileSize;                                   // File size
    time_t modificationTime;                        // Modification time
    DISK_LBA blocks[MAX_BLOCKS_PER_FILE];           // Blocks
    BOOLEAN freeNode;                               // If the node is available
} NodeStruct;
```



Acceso a MiSistemaDeFicheros



Funciones Manejo del SF (I)

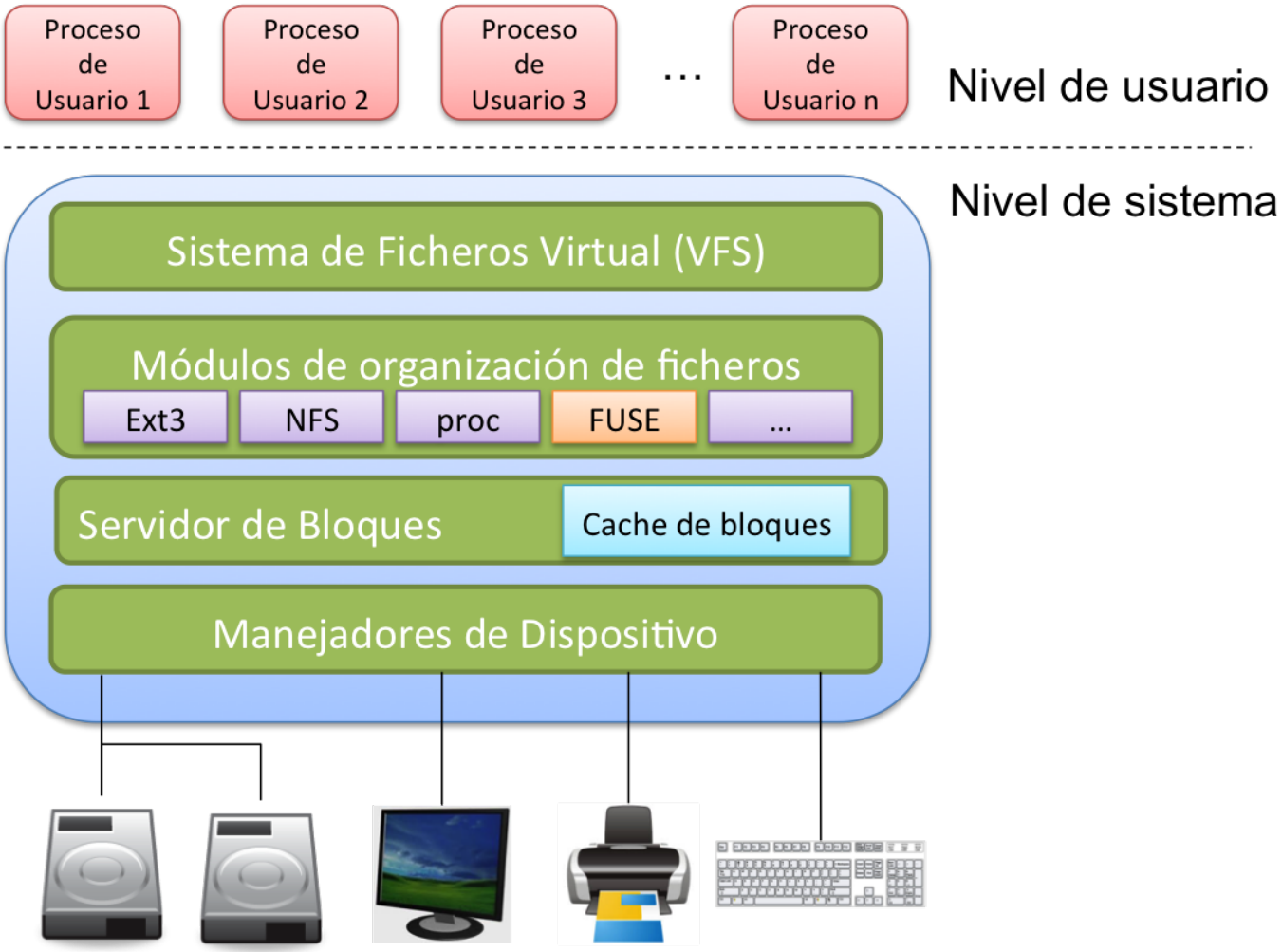
- Principales:
  - `int myMkfs(MyFileSystem *myFileSystem, int diskSize, char *backupFileName)`
  - `void myFree(MyFileSystem *myFileSystem)`
- Escritura sobre disco virtual:
  - `int updateSuperBlock(MyFileSystem *myFileSystem)`
  - `int updateBitmap(MyFileSystem *myFileSystem)`
  - `int updateDirectory(MyFileSystem *myFileSystem)`
  - `int updateNode(MyFileSystem *myFileSystem, int nodeNum, NodeStruct *node)`
- Lectura del disco virtual:
  - `int readNode(MyFileSystem *myFileSystem, int nodeNum, NodeStruct* node)`

Funciones Manejo del SF (II)

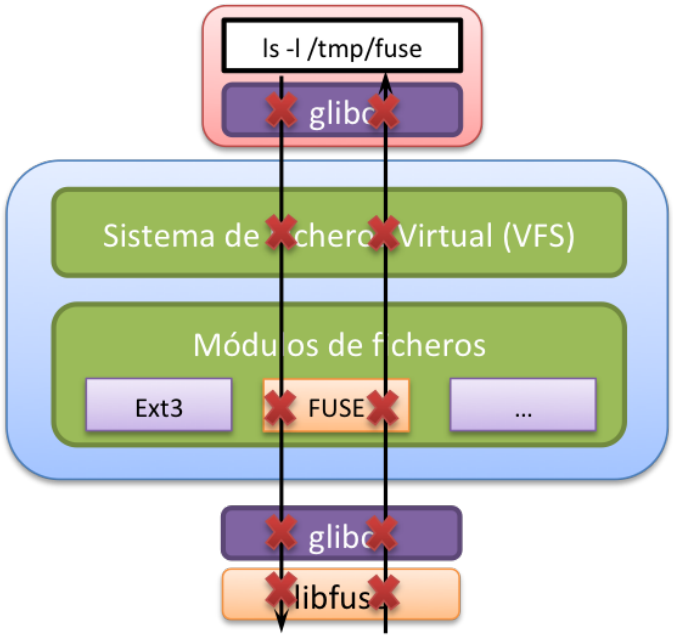
- Auxiliares:
  - `void copyNode(NodeStruct *dest, NodeStruct *src)`
  - `int reserveBlocksForNodes(MyFileSystem* myFileSystem, DISK_LBA blockIdxs[], int numBlocks)`
  - `int findNodeByPos(int nodeNum)`
  - `int findFreeNode(MyFileSystem *myFileSystem)`
  - `int findFileByName(MyFileSystem *myFileSystem, char *fileName)`
  - `int findFreeFile(MyFileSystem *myFileSystem)`
  - `void initializeSuperBlock(MyFileSystem *myFileSystem, int diskSize)`
  - `int initializeNodes(MyFileSystem *myFileSystem)`
  - `int myQuota(MyFileSystem *myFileSystem)`

Agenda

Estructura del servidor de ficheros



FUSE: Filesystem in Userspace



- Módulo de kernel: manejador SF Fuse
- Montaje:
  1. solicitud proceso a módulo (`/proc`)
  2. registro SF Fuse en punto de montaje
  3. creación socket entre módulo y proceso
  4. Accesos al SF redirigidas al proceso por el socket
- Acciones realizadas por el proceso de usuario

FUSE: ¿Cómo se usa?

1. Incluiremos en nuestro programa el fichero **fuse.h**
   - Declaración de tipo `struct fuse_operations`
   - Declaración adelantada de la función `fuese_main`
2. Declararemos una variable `struct fuse_operations`
   - Contiene punteros a funciones que serán llamados por cada operación
3. La función main terminará con la llamada a `fuse_main`
   - El proceso se queda atendiendo al socket
4. Enlazaremos nuestro programa con **libfuse**

FUSE: `fuse_main`

- Se encarga de montar el SF con `libfuse`
- Abre un socket para comunicarse con el módulo FUSE
  - `argc`: número de argumentos para el montaje
  - `argv`: argumentos de montaje

    `-f`: trabajar en primer plano
    `-d`: habilitar salida de depuración de FUSE (implica -f)
    `-s`: deshabilita multi-hilo (facilita depuración)
    `directorio`: punto de montaje de FUSE
  - `op`: estructura con punteros a las funciones que implementan las operaciones de nuestro SF

Ejemplo

Creación SF con FUSE

FUSE: estructura `fuse_operations`

```
struct fuse_operations myFS_operations = {
    .getattr    = my_getattr,   // Obtain attributes from a file
    .readdir    = my_readdir,   // Read directory entries
    .truncate   = my_truncate,  // Modify the size of a file
    .open       = my_open,      // Open a file
    .write      = my_write,     // Write data into a file already opened
    .release    = my_release,   // Close an open file
    .mknod      = my_mknod,     // Create a new file
};
```

Normas generales:

- Las llamadas a write/read deben devolver
  - un número positivo indicando los bytes leídos
  - 0 en caso de EOF
  - número negativo en caso de error
- El resto de las funciones deben devolver
  - un número negativo en caso de error
  - 0 en otro caso

FUSE: Operaciones

- `int (*open) (const char *, struct fuse_file_info *);`
- `int (*read) (const char *, char *, size_t, off_t, struct fuse_file_info *);`
- `int (*readdir) (const char *, void *, fuse_fill_dir_t, off_t, struct fuse_file_info *);`
- `int (*mknod) (const char *, mode_t, dev_t);`
- `int (*unlink) (const char *);`
- `int (*rename) (const char *, const char *);`
- `int (*truncate) (const char *, off_t);`
- `int (*write) (const char *, const char *, size_t, off_t, struct fuse_file_info *);`

Agenda

¿Qué debe hacer el alumno?

1. Implementar las operaciones:
   - read
   - unlink
2. Registrar estas operaciones en el campo correspondiente de `fuse_operations`.
3. Desarrollar un script de test
   - Descrito en el guión de la práctica
4. Opcional: implementar la opción de montado

Operación read: interfaz

```
int (*read) (const char *path, char *buf, size_t size, off_t offset, struct
    fuse_file_info *f);
```

- `path`: nombre/ruta del fichero
- `buf`: buffer donde hay que copiar los bytes leídos del fichero
- `size`: cantidad de bytes a leer
- `offset`: offset desde el comienzo del fichero para comenzar la lectura
- `fi`: estructura de FUSE asociada al fichero
- Devuelve: un número negativo en caso de error, 0 en otro caso

Operación read: pseudocódigo

```
char buffer[BLOCK_SIZE_BYTES];
int bytes2Read, totalRead = 0;

Comprobar que offset no sale fuera del fichero

bytes2Read =  numero de bytes a leer (puede ser menor que size)

while (totalRead < bytes2Read) {
    int i, currentBlock, offBlock;

    currentBlock = bloque físico en la posición offset
    offBlock     = desplazamiento en el bloque físico correspondiente

    buffer ← bloque currentblock del disco virtual

    copiar los bytes leídos al buffer de salida buf

    actualizar offset y totalRead
}

return totalRead;
```

Operación unlink: pseudocódigo

```
static int my_unlink(const char *path) {
    int idxNode;

    Buscar path en el directorio del SF
    idxNode = nodo-i del fichero
    Truncar el fichero utilizando resizeNode
    Marcar la entrada de directorio como libre
    Decrementar el contador de ficheros del directorio
    Marcar el nodo-i como libre
    Incrementar el contador de nodos-i libres
    Actualizar el directorio en el disco virtual
    Actualizar el nodo-i en el disco virtual
    Liberar la memoria del nodo-i y actualizar la tabla

    return 0;
}
```