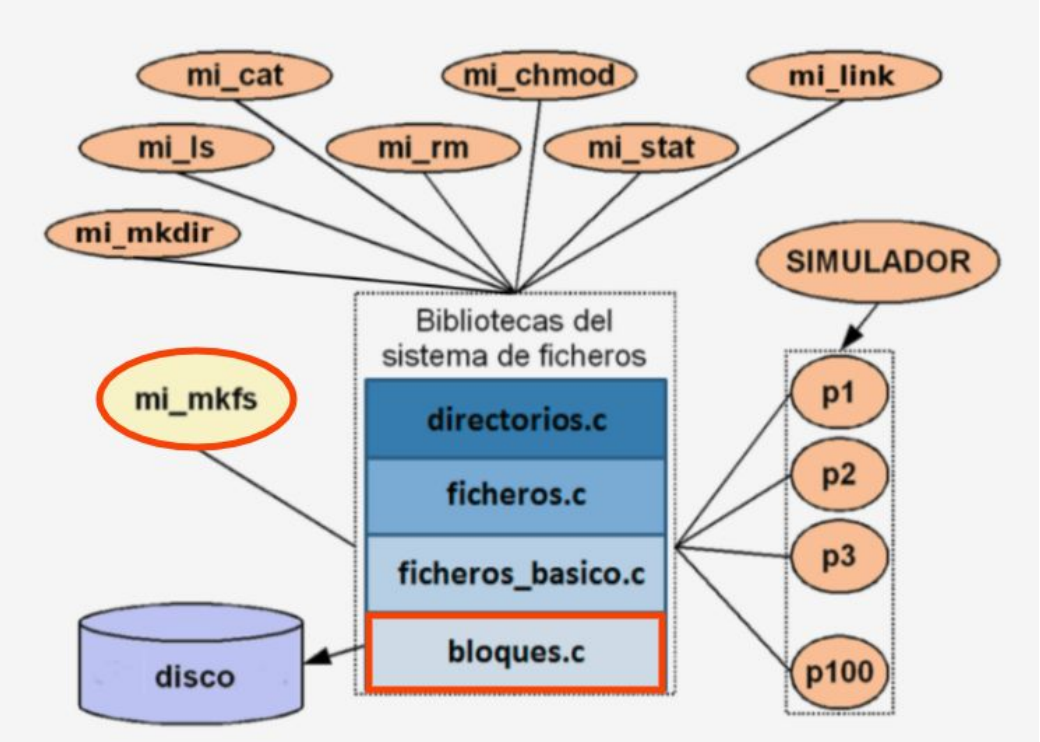
Nivel 1: bloques.c {bmount(), bumount(), bwrite(), bread()} y mi_mkfs.c

Un **fichero lógico** se compone de una secuencia de **bloques lógicos**. Los bloques lógicos son consecutivos (aunque pueden haber "huecos").

El **tamaño del bloque lógico** se corresponde con el **tamaño del bloque físico**, y es el mismo para todo el sistema de ficheros (*BLOCKSIZE*) y suele ser múltiplo de 512 bytes[1]. En nuestro dispositivo virtual los bloques serán de 1024 bytes.

A cada bloque lógico ocupado de un fichero le corresponderá un bloque físico del dispositivo virtual, que puede estar en cualquier lugar de la zona de datos. Bloques lógicos contiguos no tienen porqué ocupar bloques físicos contiguos.

Vamos a programar en **bloques.c** las funciones básicas para montar y desmontar el dispositivo virtual y para leer/escribir un bloque en él. Luego implementaremos la primera versión de **mi_mkfs.c** que será el programa que **formateará** nuestro sistema de ficheros de nbloques (parámetro pasado por consola), llamando a las funciones de bloques.c para montar/desmontar el dispositivo virtual e inicializar a 0s sus nbloques.



[1] El tamaño elegido para el bloque va a influir en las prestaciones globales del sistema.

- Bloques grandes ⇒ velocidad de transferencia entre el disco y la memoria grande.
- Si demasiado grandes ⇒ capacidad de almacenamiento del disco desaprovechada cuando abundan los archivos pequeños que no llegan a ocupar un bloque completo.

bloques.c

1) int bmount(const char *camino);

Función para montar el dispositivo virtual, y dado que se trata de un fichero, esa acción consistirá en abrirlo.

Llamará a la función *open()* del sistema, pasándole el camino que ha recibido como parámetro, para obtener el descriptor del fichero que se usará como dispositivo virtual.

```
int open(const char *camino, int oflags, mode_t mode);
```

El nombre del fichero va en el argumento de la función (nos lo proporcionará el administrador del sistema desde consola cuando inicialice el sistema de ficheros a través de mi_mkfs).

Valores para oflags:

O_RDONLY	Abre el fichero sólo para lectura
O_WRONLY	Abre el fichero sólo para escritura
O_RDWR	Abre el fichero para lectura y escritura
O_APPEND	Añade información al final del fichero
O_TRUNC	Inicialmente borra todos los datos del fichero
O_CREAT	Si el fichero no existe lo crea. En este caso se requiere el 3er parámetro (permisos).
O_EXCL	Combinado con la opción O_CREAT, asegura que el que lo llama debe crear el fichero, si ya existe la llamada fallará.

Podemos abrirlo como **O_RDWR|O_CREAT**.

Los permisos se representan en octal, por ej: **0666** significa que damos permiso de lectura (r) y escritura (w) a usuario, grupo y otros: rw-rw-rw-. [+Información sobre permisos].

octal	binario	permiso
7	111	rwx
6	110	rw-
5	101	r-x
4	100	r--
3	011	-wx
2	010	-w-
1	001	--x
0	000	---

Un proceso o programa tiene asignada una **tabla de descriptores de ficheros** (nº entero de 0-19, 0: entrada estándar, 1: salida estándar, 2: salida de error estándar). La función *open()* retornará el **descriptor del fichero** (el más bajo libre en la tabla de descriptores) para ser usado en las siguientes operaciones de E/S.

Para abrir un fichero se realiza una llamada al sistema y puede producir errores que hay que gestionar [control de errores en las llamadas al sistema]:

```
if (descriptor == -1) {
... //error
}
```

bmount() devuelve -1 (o *EXIT_FAILURE*) si ha habido error, o el **descriptor** obtenido si ha ido bien.

2) int bumount();

Desmonta el dispositivo virtual. Básicamente llama a la función *close()* para liberar el descriptor de ficheros.

```
int close(int descriptor);
```

La función *bumount()* devuelve 0 (o *EXIT_SUCCESS*) si se ha cerrado el fichero correctamente, o -1 (o *EXIT_FAILURE*) en caso contrario.

3) int bwrite(unsigned int nbloque, const void *buf);

Escribe 1 bloque en el dispositivo virtual, en el bloque físico especificado por *nbloque*.

Para ello volcará el contenido de un *buffer* de memoria (que tendrá el tamaño de un bloque), apuntado por **buf*, en la posición (nº de byte) del dispositivo virtual correspondiente al nº de bloque, *nbloque*, especificado en el argumento.

Primeramente, con la función *lseek()*, movemos el puntero del fichero en el *offset* correcto, para ello calculamos el desplazamiento dentro del dispositivo virtual donde hay que escribir:

nº de bloque * tamaño de bloque (o sea *nbloque* * *BLOCKSIZE*),

comenzando a contar, como punto de referencia, desde el inicio del fichero: *SEEK_SET*. Cuando ya esté el puntero posicionado, entonces se utilizará la función write() para volcar el contenido del buffer (de tamaño *BLOCKSIZE*) en dicha posición del dispositivo virtual.

```
off_t lseek(int descriptor, off_t desplazamiento, int punto_de_referencia);
```

```
size_t write(int descriptor, const void *buf, size_t nbytes);
```

La función *bwrite()* devuelve el nº de bytes que ha podido escribir (si ha ido bien, será *BLOCKSIZE*), o -1 (o *EXIT_FAILURE*) si se produce un error.

4) int bread(unsigned int nbloque, void *buf);

Lee 1 bloque del dispositivo virtual, que se corresponde con el bloque físico especificado por *nbloque*.

Para ello se volcará en un *buffer* de memoria (que tendrá el tamaño de un bloque), apuntado por **buf*, los *nbytes (BLOCKSIZE)* contenidos a partir de la posición (nº de byte) del dispositivo virtual correspondiente al nº de bloque, *nbloque*, especificado en el argumento.

Primeramente, con la función *lseek()*, movemos el puntero del fichero en el *offset* correcto, para ello calculamos el desplazamiento dentro del dispositivo virtual donde hay que escribir:

nº de bloque * tamaño de bloque (o sea *nbloque* * *BLOCKSIZE*),

comenzando a contar, como punto de referencia, desde el inicio del fichero: *SEEK_SET*. Cuando ya esté el puntero posicionado, entonces se utilizará la función *read()* para volcar en el buffer (de tamaño *BLOCKSIZE*) el contenido de los *nbytes (BLOCKSIZE)* a partir de dicha posición del dispositivo virtual.

```
off_t lseek(int descriptor, off_t desplazamiento, int punto_de_referencia);
```

```
size_t read(int descriptor, void *buf, size_t nbytes);
```

La función *bread()* devuelve el nº de bytes que ha podido leer (si ha ido bien, será *BLOCKSIZE*), o -1 (o *EXIT_FAILURE*) si se produce un error.

Observaciones:

- Es conveniente que el descriptor del fichero se almacene como variable global estática (para que sólo pueda ser accedida en **bloques.c**).

```
static int descriptor = 0;
```

- El tamaño de bloque, *BLOCKSIZE*, ha de ser una constante, en nuestro caso 1024.
- En **bloques.h** hay que incluir las cabeceras básicas fundamentales, y la declaración de funciones y constantes:

```c
// bloques.h

#include <stdio.h>  //printf(), fprintf(), stderr, stdout, stdin
#include <fcntl.h> //O_WRONLY, O_CREAT, O_TRUNC
#include <sys/stat.h> //S_IRUSR, S_IWUSR
#include <stdlib.h>  //exit(), EXIT_SUCCESS, EXIT_FAILURE, atoi()
#include <unistd.h> // SEEK_SET, read(), write(), open(), close(), lseek()
#include <errno.h>  //errno
#include <string.h> // strerror()

#define BLOCKSIZE 1024 // bytes

int bmount(const char *camino);
int bumount();
int bwrite(unsigned int nbloque, const void *buf);
int bread(unsigned int nbloque, void *buf);
```

- En **bloques.c** (y en **mi_mkfs.c**) tenéis que incluir luego esta cabecera:

```c
#include "bloques.h"
```

---

mi_mkfs.c

Vamos a escribir una primera versión del programa **mi_mkfs.c** que utilice las funciones de **bloques.c**:

- El programa **mi_mkfs.c** sirve para formatear el dispositivo virtual con el tamaño adecuado de bloques, *nbloques*. Debe ser llamado desde la línea de comandos con los siguientes parámetros para dar nombre al dispositivo virtual y determinar la cantidad de bloques de que dispondrá nuestro sistema de ficheros:

  $ ./mi_mkfs <nombre_dispositivo> <nbloques>

  Recordemos que los parámetros se recuperan en el *main* con:

```c
int main(int argc, char **argv)
```

  donde:

  argc: número de parámetros

  argc=3

argv: vector de punteros a los parámetros:

- argv[0]="mi_mkfs"
- argv[1]=nombre_dispositivo
- argv[2]=nbloques (puede sernos útil la función *atoi()* para obtener el valor numérico a partir del string)

- El primer paso es montar (*bmount()*) el dispositivo virtual (en nuestro caso será abrir el fichero que utilizamos para tal fin).
- Es necesario llamar a *bwrite()* el número de veces necesario (indicado por el valor de *nbloques*, pasado como parámetro) para inicializar a 0s el fichero usado como dispositivo virtual.
- En este caso, el *buffer* de memoria empleado puede ser un array de tipo unsigned char del tamaño de un bloque (lo inicializaremos a 0s con la función *memset()*, hay que incluir <string.h> para utilizarla).
- El último paso es desmontar (*bumount()*) el dispositivo virtual, en nuestro caso cerrar el fichero que utilizamos para tal fin.

Observaciones:

- A cada función que implementéis hay que asociarle un comentario que explique para qué sirve, qué son cada uno de los parámetros de entrada, y qué devuelve. Opcionalmente también se añadirá un listado de a qué funciones llama y por cuáles es llamada (eso se irá completando a lo largo del desarrollo de la práctica)
- De momento podéis compilar conjuntamente **mi_mkfs.c** y **bloques.c** desde la línea de comandos con **gcc** de la siguiente manera:

$ gcc -o mi_mkfs mi_mkfs.c bloques.c

- Y luego ejecutarlo pasándole los parámetros correspondientes

$ ./mi_mkfs <nombre_dispositivo> <nbloques>

- Pero es recomendable utilizar desde el principio un Make (será imprescindible a medida que vayamos creando más y más programas)

```
CC=gcc
CFLAGS=-c -g -Wall -std=gnu99
#LDFLAGS=-pthread

SOURCES=mi_mkfs.c bloques.c #ficheros_basico.c leer_sf.c ficheros.c escribir.c leer.c
truncar.c permitir.c directorios.c mi_mkdir.c mi_chmod.c mi_ls.c mi_link.c mi_escribir.c
mi_cat.c mi_stat.c mi_rm.c semaforo_mutex_posix.c simulacion.c verificacion.c
LIBRARIES=bloques.o #ficheros_basico.o ficheros.o directorios.o
semaforo_mutex_posix.o
```

```
INCLUDES=bloques.h #ficheros_basico.h ficheros.h directorios.h
semaforo_mutex_posix.h simulacion.h
PROGRAMS=mi_mkfs #leer_sf escribir leer truncar permitir mi_mkdir mi_chmod mi_ls
mi_link mi_escribir mi_cat mi_stat mi_rm  simulacion verificacion
OBJS=$(SOURCES:.c=.o)

all: $(OBJS) $(PROGRAMS)

$(PROGRAMS): $(LIBRARIES) $(INCLUDES)
  $(CC) $(LDFLAGS) $(LIBRARIES) $@.o -o $@

%.o: %.c $(INCLUDES)
  $(CC) $(CFLAGS) -o $@ -c $<

.PHONY: clean
clean:
  rm -rf *.o *~ $(PROGRAMS) disco* ext*
```

- Para depurar el código, es recomendable utilizar gdb (o alguna de sus variantes gráficas: Nemiver, por ejemplo) o utilizar las posibilidades de depuración que ofrece el editor Visual Studio Code (hay un curso gratuito en Udemy para sacar partido del editor, que incluye el depurador y el manejo de versiones ligado a Git).
- Para analizar el contenido del fichero usado como dispositivo virtual, es recomendable utilizar cualquier editor hexadecimal: Okteta, o GHex, por ejemplo.

Tests de prueba

$ ./mi_mkfs disco 100000

$ ls -l disco #ha de ocupar 102.400.000 bytes y tener permisos rw-rw-rw-[2]

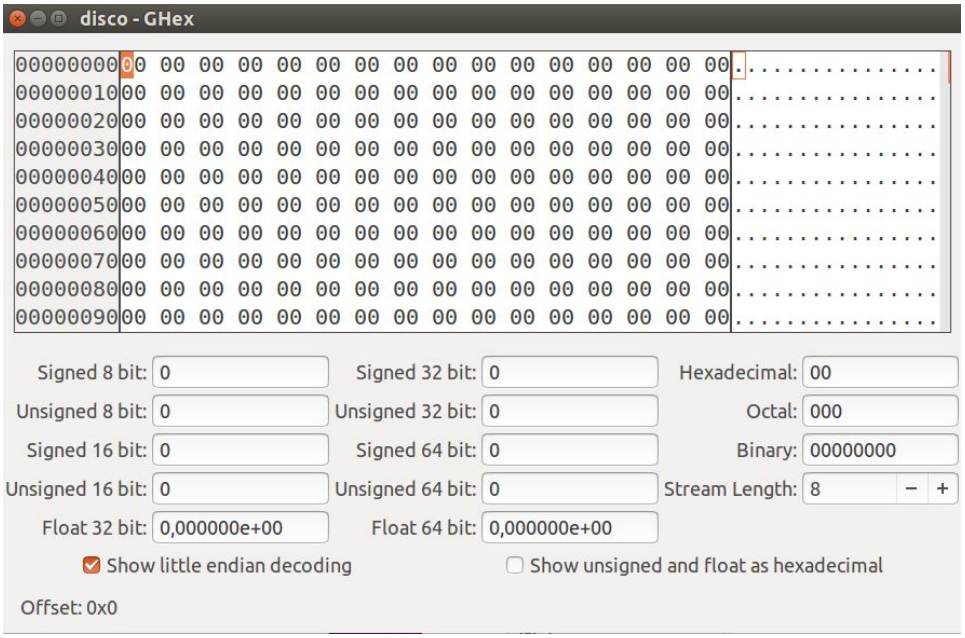
-rw-rw-rw- 1 uib uib 102400000 de febr. 22 11:13 disco

También podéis comprobar el tamaño mirando las propiedades del fichero en el sistema de ventanas [3]:

[2] Si no os aparecen estos permisos utilizad la instrucción `umask(000);` antes de llamar a *open()* en *bmount()*. Ver máscara de creación del modo de abrir archivos

[3] Aunque es preferible en esta asignatura acostumbrarse a manejar la consola en vez del sistema de ventanas

Y luego podéis abrir el fichero con GHex u Okteta y comprobar que está todo lleno de 0s:



Recursos adicionales:

- Guía rápida de gcc y gdb
- Manual de Nemiver
- C Code Style Guidelines