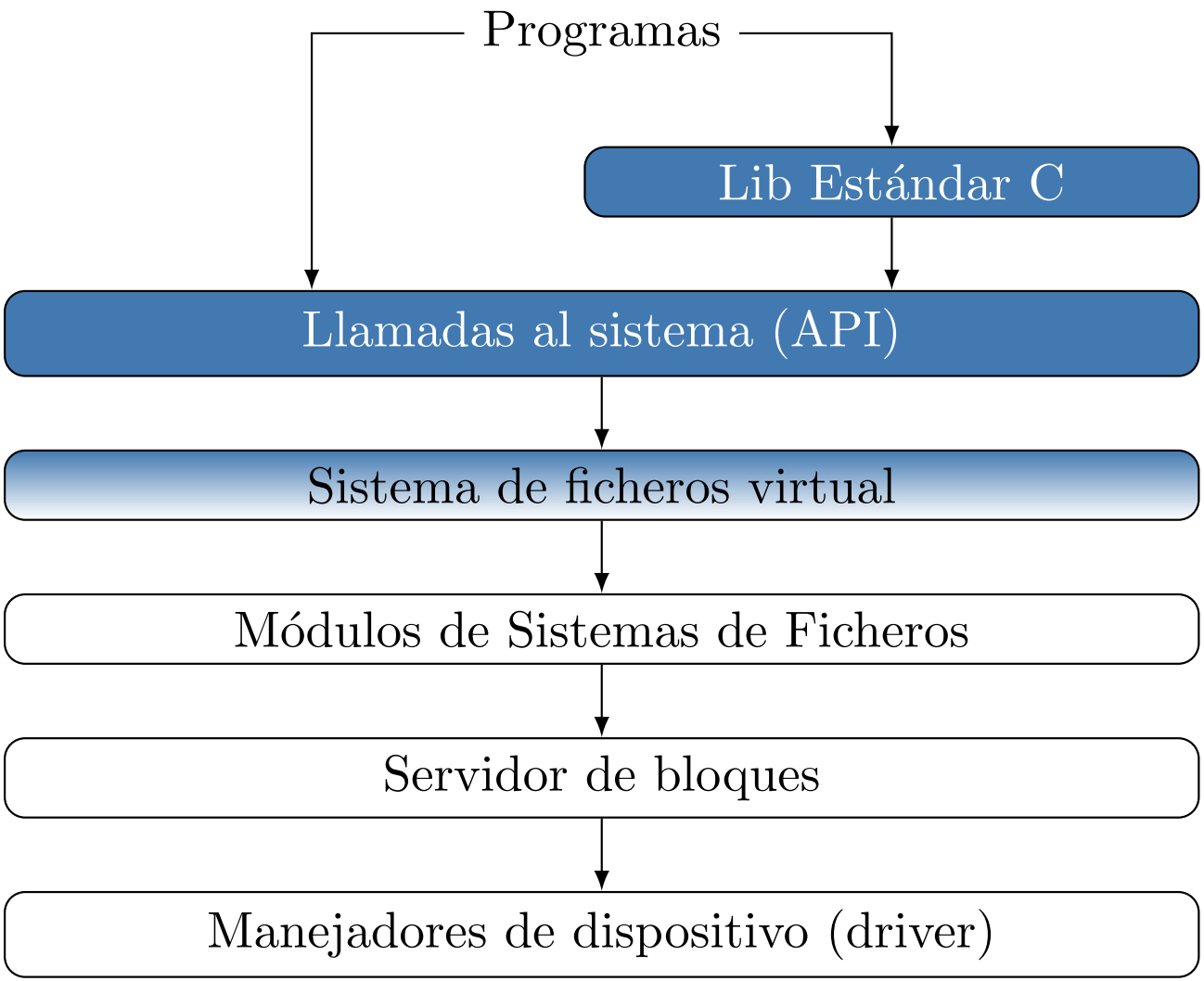
Sistemas Operativos

Curso
2020-2021

Módulo 2.1: Gesitón de Archivos y Directorios
Modelo para el programador

Gestión de Ficheros



Agenda

Agenda

Concepto de Fichero

- Unidad lógica de almacenamiento no volátil
  - Datos relacionados entre sí, reconocidos como una única cosa
  - Identificado por su nombre o ruta
- Suelen utilizarse como:
  - fuente de entrada de datos a los programas
  - almacenamiento a largo plazo de las salidas de los programas
- POSIX utiliza la abstracción de ficheros también para:
  - Comunicar procesos (pipes y sockets)
  - Interactuar con drivers de dispositivos (ficheros de dispositivos)

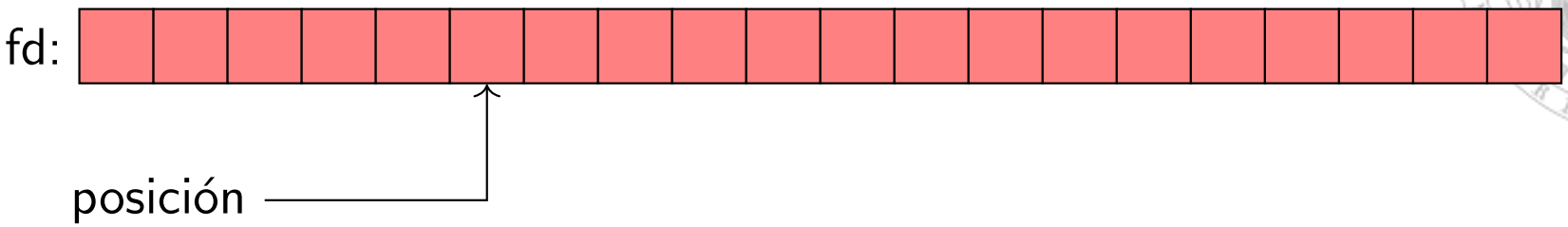
Tipos de ficheros en POSIX

- Regular
- Directorio
- Enlace Simbólico
- Tubería (Pipe)
- Fichero de dispositivo (caracteres o bloques)
- Socket

Atributos de un fichero en POSIX

- Nombre (nombre + extensión)
- Tipo
- Tamaño
- Fecha de creación
- Fecha de última modificación
- Propietario, grupo
- Permisos de lectura, escritura y ejecución
  - distintos para propietario, grupo y otros

Modelo



El modelo de fichero que el SO presenta al programador es:

- una secuencia ordenada de bytes
  - byte **n**: saltar **n** bytes desde el comienzo
- un marcador o puntero de posición en dicha secuencia
  - no confundir con una variable tipo puntero
  - una lectura o escritura hacen avanzar este puntero
- un descriptor de fichero (fd) para manejarlo
  - Asociado a un apertura concreta del fichero (permisos y posición)
- unas operaciones básicas sobre el fichero

POSIX: descriptor de fichero

En POSIX un fichero se maneja con un descriptor de fichero obtenido al abrirlo con la siguiente llamada al sistema:

```
int open(const char *path, int oflag, ...);
```

El descriptor es un entero:

- Indica la posición correspondiente en la Tabla de Descriptores de Ficheros Abiertos (TFA) del proceso
- La TFA es una estructura gestionada por el SO para el proceso
- La apertura se realiza en un modo indicado por los `flags`
  - Máscara de bits
  - Permisos de lectura y/o escritura
  - Qué hacer si existe (colocarse al final, borrar, ...) o si no existe

Se recomienda consultar la página de manual de `open` (`# man 2 open`)

POSIX: operaciones sobre ficheros

- **open**, **creat**: apertura y/o creación
- **close**: cierre
- **lseek**: desplazamiento del puntero de posición
- **read**: lectura desde la posición actual
- **write**: escritura desde la posición actual
- **unlink**: borrado de archivo (nombre)
- **stat**: obtención de atributos de un fichero

Se recomienda consultar las páginas de manual de estas llamadas al sistema

Ejemplo: copia de ficheros

```
int copy(char* src, char* dst){
  int fd1, fd2, n;
  unsigned char c;
  if ((fd1 = open(src, O_RDONLY)) == -1){
    perror("Error al abrir src");
    return -1;
  }
  if ((fd2 = open(dst, O_WRONLY | O_CREAT), 0660) == -1){
      perror("Error al abrir dst");
      close(fd1);
      return -1;
  }
  do {
    n = read(fd1,&c,1);
    if (n > 0)
      n = write(fd2, &c, 1);
  } while (n > 0);
  close(fd1);
  close(fd2);
  if (n < 0){
    perror("Error en la copia");
    return -1;
  }
  return 0;
}
```

Agenda

Biblioteca Estándar de C (Stdlib)

Ofrece servicios indpendientes de sistema:

- Operaciones básicas sobre ficheros
  - `fopen, fclose, fread, fwrite, fflush, ...`
- Operaciones de entrada/salida estándar:
  - `printf, sprintf, snprintf, fprintf, scanf, fscanf, ...`
  - `getc, fgetc, fgets, getchar, ungetc, ...`
- Operaciones de procesado de cadenas de caracteres
  - `strlen, strcat, strcmp, strcpy, ...`
- Operaciones de gestión de memoria:
  - `malloc, realloc, calloc, free, memcpy, memset, ...`
- Operacione matemáticas
  - `sin, cos, tan, sqrt, rand, ...`

Ejemplo: fopen vs. open

```
int open(const char *pathname, int flags);
```

- Se usa un entero como identificador de la apertura
  - Es una entrada de una tabla de descriptores abiertos del proceso
- Sólo válida en sistemas POSIX
- El argumento flags vinculado con las opciones de apertura de los sistemas POSIX

```
FILE *fopen(const char *pathname, const char *mode);
```

- Se usa una estructura FILE como identificador de la apertura
  - `fopen` devuelve la dirección (puntero) de la estructura usada
- Válido en todos los sistemas.

Buffer intermedio

Las llamadas al sistema son costosas:

- Cada llamada a `open`, `close`, `read`, `write`, ... supone una excepción software

La biblioteca estándar de C usa buffers intermedios

- Llamada consecutivas a `fread` o `fwrite` suponen lecturas o escrituras del buffer intermedio.
- Cuando se cumple alguna condición se hace la llamada al sistema para leer o escribir del fichero real (escritura/lectura en bloque):
  - Porque se llena o vacía el buffer
  - Porque escribimos un final de línea

  La política se puede cambiar con `setvbuf`

```
int setvbuf(FILE *stream, char *buf,
            int mode, size_t size);
```

Versiones seguras con n

Ejemplo: `strcat` y `strncat`

```
#include <string.h>
char *strcat(char *dest, const char *src);
char *strncat(char *dest, const char *src, size_t n);
```

Ambas funciones concatenan dos cadenas de caracteres, copiando la cadena apuntada por `src` a continuación de `dest`.

- `strcat`: copia los bytes hasta encontrar el fin de línea de `src`.
- `strncat`: copia como **máximo n** bytes.

Si `src` es un dato de entrada, nunca podemos estar seguros de cuál será su tamaño, debemos limitar la escritura al tamaño del buffer apuntado por `dest`

Escritura en ascii vs binaria

Si tenemos el siguiente programa:

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int a = 5;
    fwrite(&a, sizeof(a), 1, stdout);
    return 0;
}
```

y lo ejecutamos desde un terminal...

- ¿se verá algo en el terminal?
- ¿y si volcamos la salida en un fichero y lo abrimos?
- ¿y si le hacemos un cat?

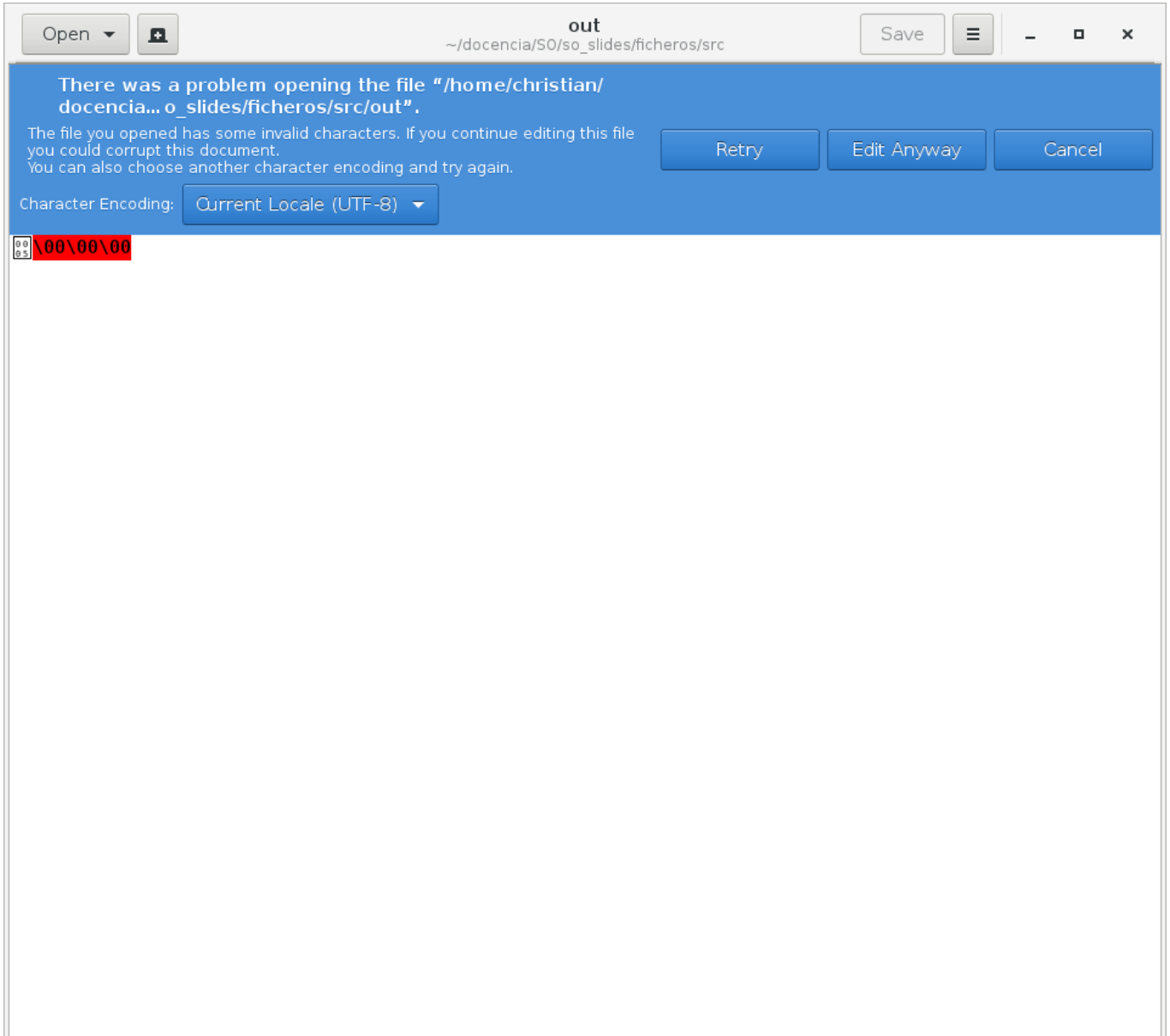
Escritura en ascii vs binaria

Escritura binaria

```
$ ./binwrite
$ ./binwrite | tee
$ ./binwrite > out
$ cat out
$ hexdump -C out
00000000  05 00 00 00                                       |....|
00000004
```

Escritura en ascii vs binaria

Si lo editamos con un editor:



Escritura en ascii vs binaria

Repitamos el ejercicio con el siguiente programa:

```
#include <stdio.h>
int main(int argc, char *argv[])
{
    int a = 5;
    fprintf(stdout, "%d", a);
    return 0;
}
```

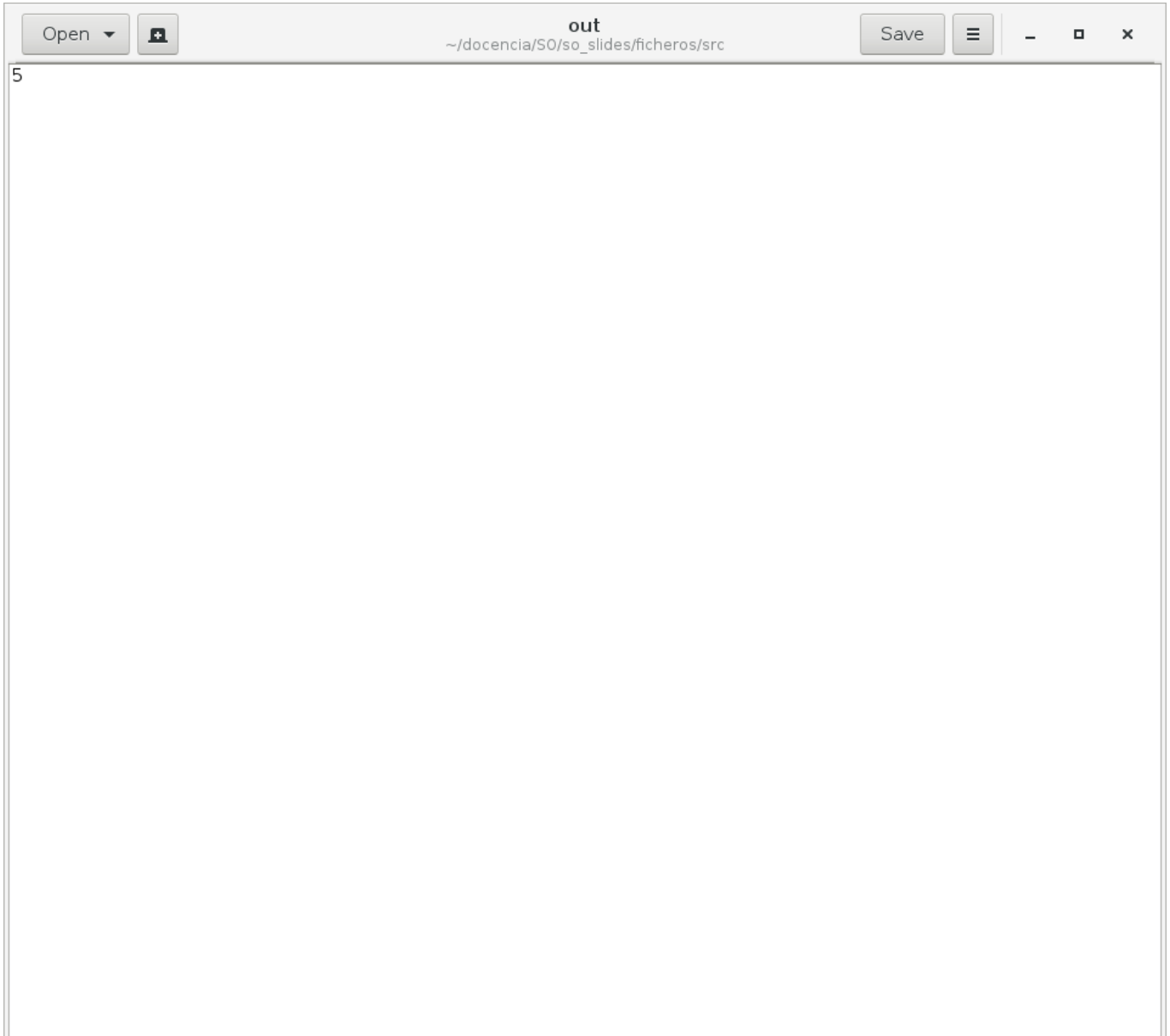
¿Qué pasa ahora?

Escritura ascii

```
$ ./asciiwrite
5$ ./asciiwrite | tee
5$ ./asciiwrite > out
$ cat out
5$
```

Escritura en ascii vs binaria

Si lo editamos con un editor:



Ejemplo: lectura de un string

- Queremos una función que reciba un `stream` del que debe leer una cadena de caracteres C válida, y escribirla en un buffer de salida, cuya dirección y tamaño se pasan como argumento.
- La función devolverá el número de bytes escritos en el buffer. Si la cadena es más larga que el tamaño del buffer interrumpirá la lectura cuando se llene dicho buffer.
- La cadena devuelta será siempre una cadena C bien formada (terminada en carácter null).

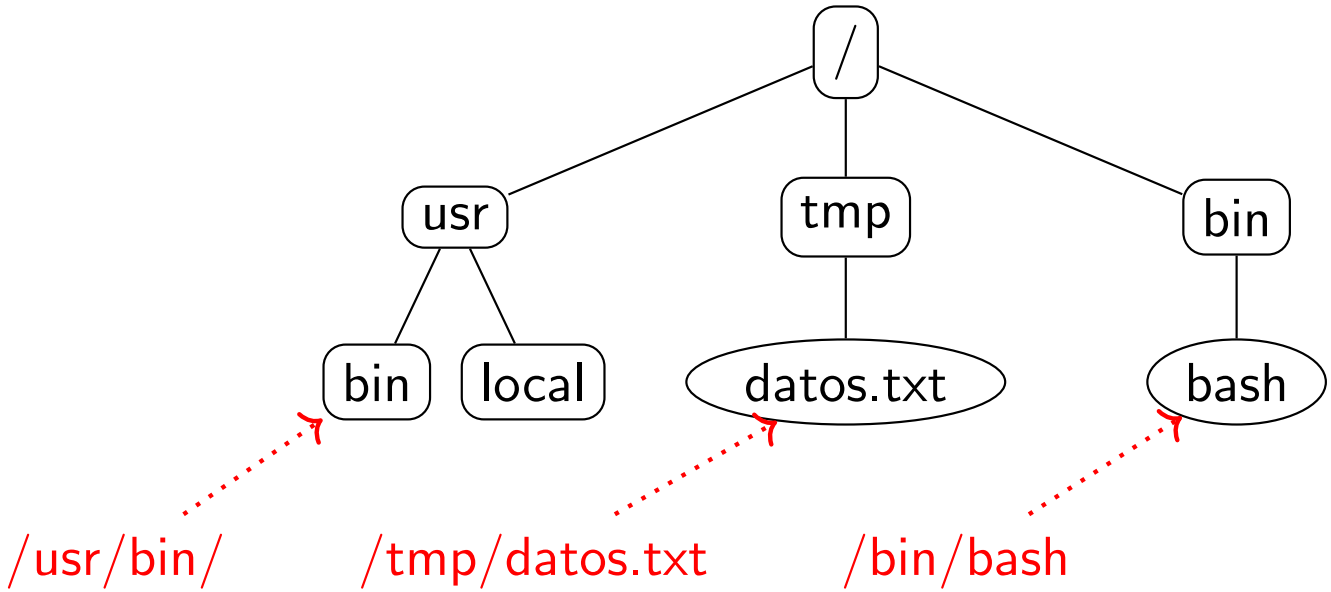
Ejemplo: lectura de un string

```
int find_str(char *buf, size_t size, FILE *stream)
{
    int bread, n;

    if (size <= 0)
        return 0;

    bread = 0;
    do {
        if ((n = fread(buf, 1, 1, stream)) == 1){
            bread++;
            buff++;
        }
    } while ((bread < size) && (n > 0) &&
            (*(buf-1) != '\0'));

    *(buf-1) = '\0';
    return bread;
}
```

Agenda

Concepto de Directorio

- Fichero especial para agrupar ficheros y directorios relacionados
- Es una relación lógica
  - El directorio contiene una *lista/relación* de nombres de ficheros, no *contiene* los ficheros en sí
  - Los ficheros tampoco se almacenan físicamente juntos en el disco
- El conjunto de directorios del SF forma una estructura de árbol
- El nombre completo o ruta de un fichero se forma con la lista de directorios que hay que atravesar para llegar al fichero desde la raiz.



Modelo

El modelo de directorio que el SO presenta al programador es:

- Una tabla de entradas de directorio, donde cada entrada contiene:
  - nombre de un fichero/directorio
  - información adicional dependiente del SF (info)
- Un descriptor de directorio
- Una serie de operaciones específicas para directorios
  - Ejemplo: `readdir` nos da la siguiente entrada de directorio

nombre1	info
nombre2	info
nombre3	info
nombre4	info
nombre5	info
nombre6	info
nombre7	info

Entradas especiales

Todos los sistemas los directorios suelen tener dos entradas especiales:

- `.` el propio directorio
- `..` el directorio padre

Estas entradas permiten:

- Nombrado de ficheros y directorios con rutas relativas
  - `/tmp/datos.txt`
  - `./datos.txt`
  - `../tmp/datos.txt`
- Recorrido del árbol de directorios

POSIX: descriptor de directorio

En POSIX un directorio se maneja con el descriptor obtenido al abrirlo:

```
DIR* opendir(char *dirname);
```

- El descriptor es una estructura `DIR`
- Su almacenamiento en memoria lo gestiona la biblioteca del sistema

Se recomienda consultar la página de manual de `opendir`
(`# man opendir`)

POSIX: abstracción de entrada de directorio

```
struct dirent* readdir(DIR* dirp);
```

La función `readdir` devuelve la siguiente entrada de directorio como una estructura `struct dirent`

- Almacenamiento gestionado por la biblioteca del sistema
- Implementación dependiente del sistema
- POSIX fija que debe tener al menos dos campos:
  - `d_name`: nombre del fichero/directorio
  - `d_ino`: nodo-i del fichero
- Definida en el fichero `dirent.h`

POSIX: operaciones sobre direcorios

- **mkdir**: crea un directorio con un nombre y protección
- **rmdir**: borra el directorio vacío con un nombre
- **opendir**: abre un directorio y se sitúa en la primera entrada
- **closedir**: cierra un directorio
- **readdir**: lee la siguiente entrada del directorio
- **rewinddir**: sitúa el puntero de posición en la primera entrada
- **link/symlink**: crea una nueva entrada en el directorio para un enlace físico o lógico
- **unlink**: elimina una entrada del directorio
- **chdir**: cambia el directorio actual
- **getcwd**: obtener el directorio actual
- **rename**: cambiar el nombre de una entrada del directorio

Se recomienda consultar las páginas de manual de estas funciones

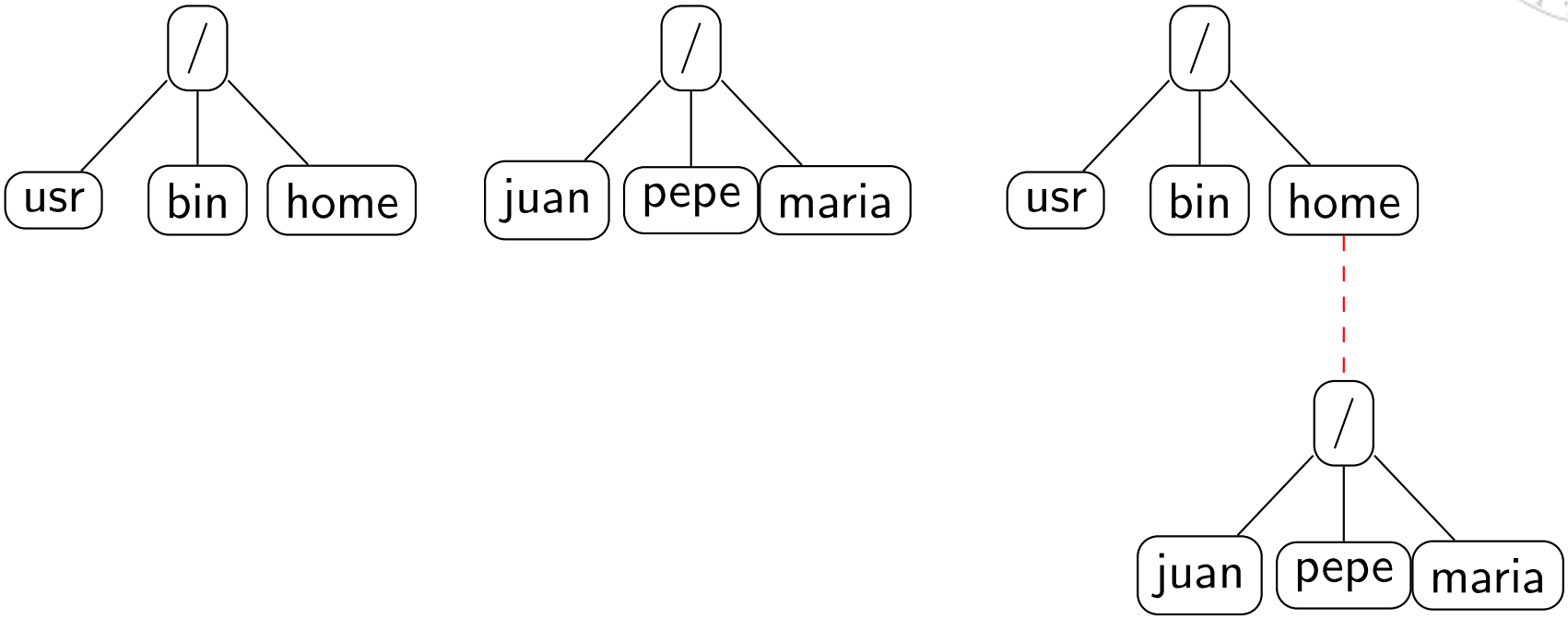
Ejemplo: búsqueda de fichero en ./

```
int busca(char* name)
{
  struct dirent *dp;
  DIR* dirp = opendir(".");

  if (dirp == NULL)
    return ERROR;

  while ((dp = readdir(dirp)) != NULL) {
    if (strcmp(dp->d_name, name) == 0) {
      closedir(dirp);
      return FOUND;
    }
  }
  closedir(dirp);
  return NOT_FOUND;
}
```

Árbol único vs Árbol por dispositivo

- Cada dispositivo lógico (volumen, partición,...) tiene un sistema de ficheros independiente
- VMS, Windows
  - Un árbol de directorios independiente por SF
  - La ruta completa de un fichero comienza con un identificador del volumen (Ej: C:\)
- UNIX
  - Se maneja un único árbol de directorios
  - Los directorios raiz de los SF de los volúmenes se *montan* en algún directorio de dicho árbol
  - Ventaja: imagen única del sistema, oculta el tipo de dispositivo
  - Desventaja; dificulta un poco el recorrido del árbol, en cada directorio hay que comprobar si es un punto de montaje o no

Ejemplo montado de SF



Agenda

POSIX: Enlace Duro

En POSIX existe el concepto de enlace duro, que no es más que un nombre de un fichero

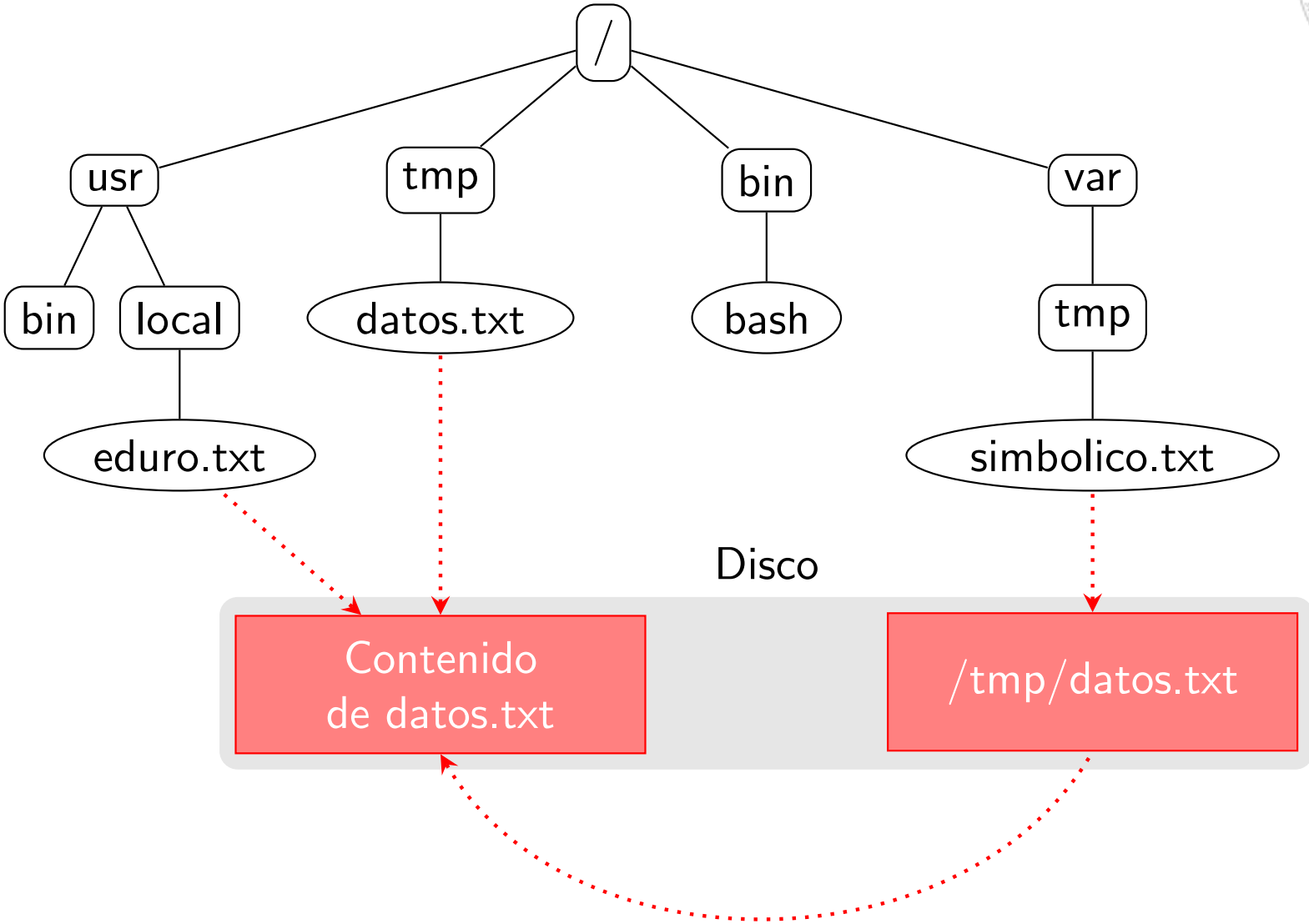
- Un fichero puede tener más de un nombre/ruta/enlace
- Siempre dentro del mismo SF
  - sin *atravesar* puntos de montaje
- Los enlaces son indistinguibles entre sí
- Para borrar el fichero hay que eliminar todos sus enlaces (`unlink`)
  - ejecutar `rm` sólo sobre uno de los nombres no borra el fichero
- Los directorios sólo pueden tener un nombre
  - no se pueden hacer enlaces duros a directorios

POSIX: Enlace simbólico

En POSIX existe el concepto de enlace simbólico, que es un tipo especial de fichero cuyo contenido es el nombre del fichero al que apunta

- Un `open` sobre el enlace simbólico hace que el SO abra el fichero apuntado, no el enlace
- El nombre escrito en el enlace puede ser absoluto o relativo
- Diferencias con enlace duro:
  - Hay un fichero intermedio
  - Si se borra el fichero apuntado el enlace permanece en el sistema, apuntando a un fichero que ya no existe
    - un `open` sobre el enlace simbólico daría error
  - Si se borra el fichero apuntado y se crea otro fichero con el mismo nombre, el enlace apuntaría al nuevo fichero
  - Borrar el enlace simbólico no afecta al fichero apuntado
  - Podemos atravesar puntos de montaje
  - Podemos hacer enlaces simbólicos a directorios

Ejemplo: enlace duro vs simbólico



Agenda

Utilidades de interés

- **cp**: copiar ficheros
- **rm**: borrar ficheros
- **cat**: volcar por terminal el contenido ficheros
- **diff**: comparar ficheros y crear un parche con las diferencias
- **tail**: mostrar líneas/bytes del final del fichero
- **head**: mostrar líneas/bytes del comienzo del fichero
- **mkdir**: crear un directorio
- **rmdir**: borrar un directorio vacío
- **cd**: cambiar el directorio de trabajo
- **pwd**: mostrar el directorio de trabajo
- **ln**: crear un enlace duro o simbólico a un fichero
- **mount**: montar un sistema de ficheros en un directorio
- **unmount**: desmontar un sistema de ficheros de su punto de montaje

Agenda

FAQ

- ¿Qué relación hay entre el modelo lógico y el almacenamiento físico?
- ¿Tiene que estar un fichero almacenado en posiciones contiguas del disco?
- ¿Cómo sabe el SO la posición en el disco de un fichero?
- ¿Qué información adicional necesita para ello? ¿Está en disco o en memoria?
- ¿Cuánto espacio de disco se pierde por la gestión del SF?
- ¿Existen varias alternativas? Y si es así, ¿qué ventajas e inconvenientes tienen?
- ¿Tiene el mismo coste acceder a cualquier posición del fichero?
- ¿Qué supone borrar un fichero? ¿Qué pasa con el contenido que tenía?
- ¿Cómo se implementan los enlaces duros y simbólicos?