

# *Introducción a los Sistemas Operativos*

Subsistema de  
Entrada / Salida



- ✓ Versión: Octubre 2018
- ✓ Palabras Claves: Metas, Aspectos de dispositivos, Subsistema de IO

Algunas diapositivas han sido extraídas de las ofrecidas para docentes desde el libro de Stallings (Sistemas Operativos) y el de Silberschatz (Operating Systems Concepts). También se incluyen diapositivas cedidas por Microsoft S.A.



# Interfaz de I/O - Metas

## ☑ Generalidad:

- ✓ Es deseable manejar todos los dispositivos de I/O de una manera uniforme, estandarizada
- ✓ Ocultar la mayoría de los detalles del dispositivo en las rutinas de niveles más “bajos” para que los procesos vean a los dispositivos, en términos de operaciones comunes como: read, write, open, close, lock, unlock



# Interfaz de I/O - Metas

## ☑ Eficiencia

- ✓ Los dispositivos de I/O pueden resultar extremadamente lentos respecto a la memoria y la CPU
- ✓ El uso de la multiprogramación permite que un procesos espere por la finalización de su I/O mientras que otro proceso se ejecuta



# Aspectos de los dispositivos de I/O

aspect	variation	example
data-transfer mode	character block	terminal disk
access method	sequential random	modem CD-ROM
transfer schedule	synchronous asynchronous	tape keyboard
sharing	dedicated sharable	tape keyboard
device speed	latency seek time transfer rate delay between operations	
I/O direction	read only write only read&write	CD-ROM graphics controller disk



# *Aspectos de los dispositivos de I/O (cont)*

## ☑ Unidad de Transferencia

### ✓ Dispositivos por bloques (discos):

- ◆ Operaciones: Read, Write, Seek

### ✓ Dispositivos por Caracter (keyboards, mouse, serial ports)

- ◆ Operaciones: get, put

## ☑ Formas de Acceso

### ✓ Secuencial o Aleatorio



## *Aspectos de los dispositivos de I/O (cont)*

### ✓ Tipo de acceso

- Acceso Compartido: Disco Rígido
- Acceso Exclusivo: Impresora

### ✓ Tipo de acceso:

- Read only: CDRROM
- Write only: Pantalla
- Read/Write: Disco



# Aspectos de los dispositivos de I/O (cont)

## ☑ Velocidad

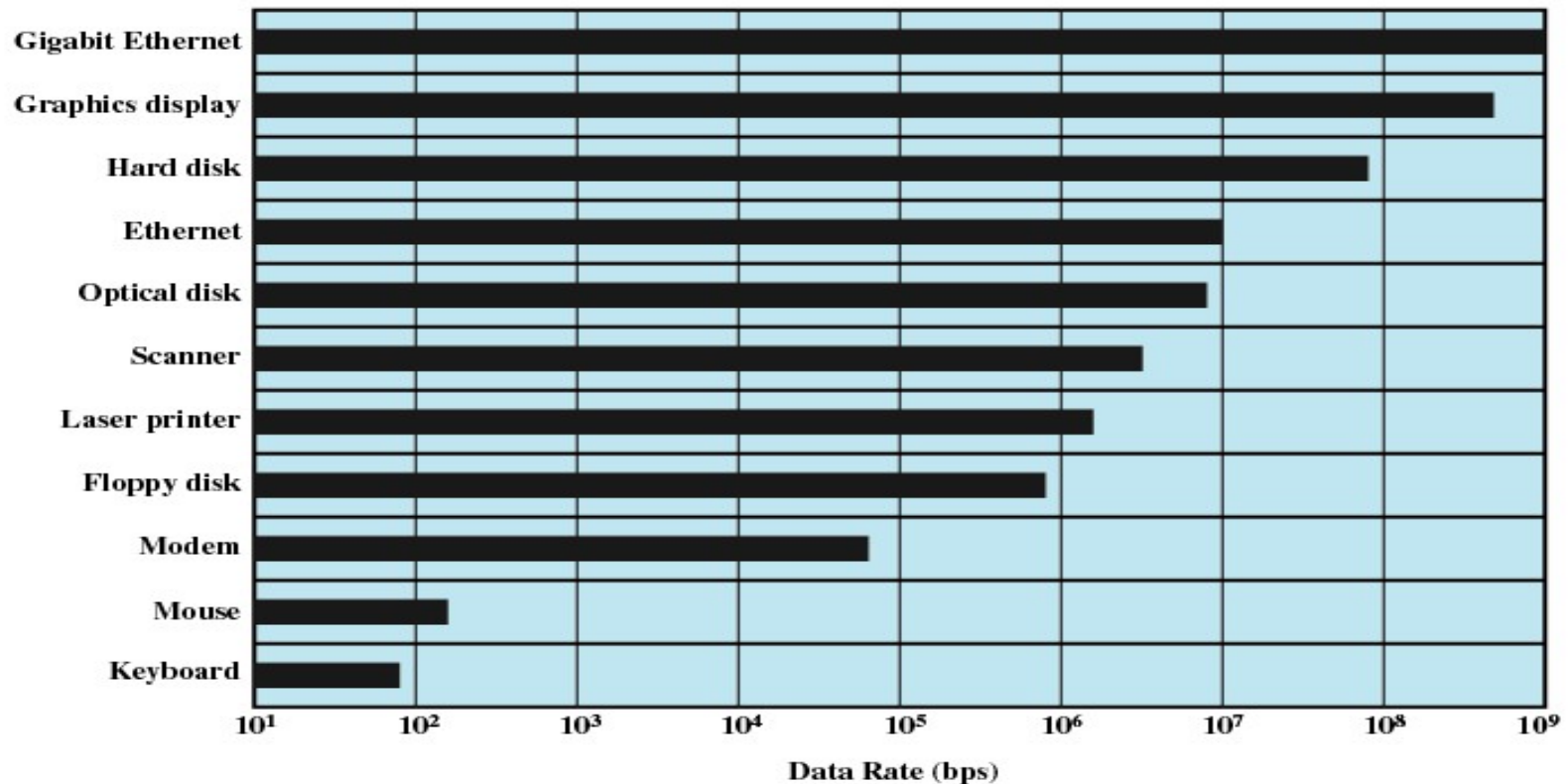
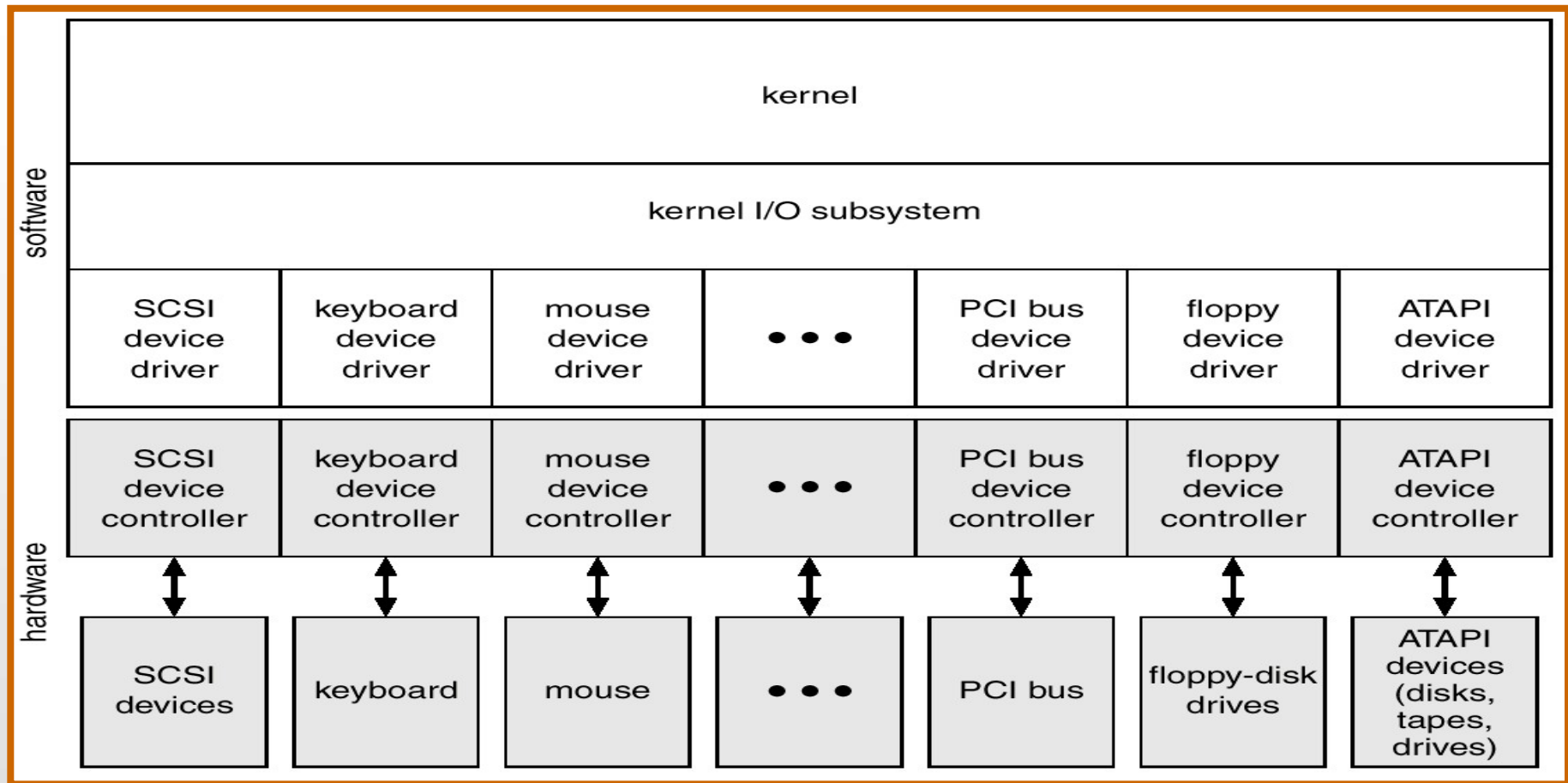


Figure 11.1 Typical I/O Device Data Rates





# Subsistema de I/O



# Subsistema de I/O - Servicios

## ☑ Planificación

- ✓ Organización de los requerimientos a los dispositivos
- ✓ Ej: Planificación de requerimientos a disco para minimizar tiempos

## ☑ Buffering – Almacenamiento de los datos en memoria mientras se transfieren

- ✓ Solucionar problemas de velocidad entre los dispositivos
- ✓ Solucionar problemas de tamaño y/o forma de los datos entre los dispositivos



## *Subsistema de I/O - Servicios (cont.)*

- ☑ Caching – Mantener en memoria copia de los datos de reciente acceso para mejorar performance
- ☑ Spooling – Administrar la cola de requerimientos de un dispositivo
  - ✓ Algunos dispositivos de acceso exclusivo, no pueden atender distintos requerimientos al mismo tiempo: Por ej. Impresora
  - ✓ Spooling es un mecanismo para coordinar el acceso concurrente al dispositivo



## *Subsistema de I/O - Servicios (cont.)*

☑ Reserva de Dispositivos: Acceso exclusivo

☑ Manejo de Errores:

- ✓ El S.O. debe administrar errores ocurridos (lectura de un disco, dispositivo no disponible, errores de escritura)
- ✓ La mayoría retorna un número de error o código cuando la I/O falla.
- ✓ Logs de errores



# Subsistema de I/O - Servicios (cont.)

## ☑ Formas de realizar I/O

- ✓ Bloqueante: El proceso se suspende hasta que el requerimiento de I/O se completa
  - ♦ Fácil de usar y entender
  - ♦ No es suficiente bajo algunas necesidades
- ✓ No Bloqueante: El requerimiento de I/O retorna en cuanto es posible
  - ♦ Ejemplo: Interfaz de usuario que recibe input desde el teclado/mouse y se muestra en el screen.
  - ♦ Ejemplo: Aplicación de video que lee frames desde un archivo mientras va mostrandolo en pantalla.



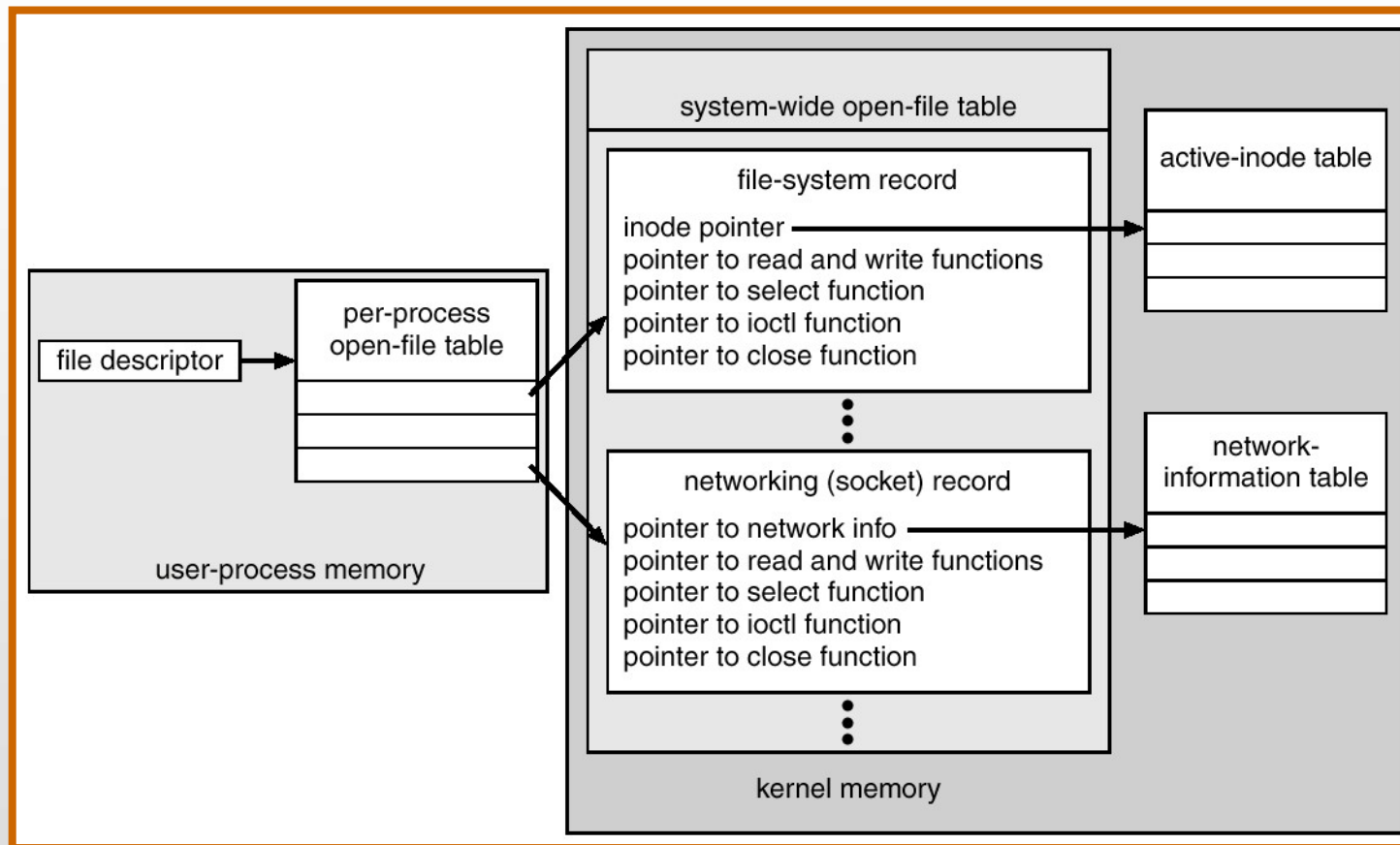
# *Subsistema de I/O - Estructuras de Datos*

- ☑ El Kernel mantiene la información de estado de cada dispositivo o componente
  - ✓ Archivos abiertos
  - ✓ Conexiones de red
  - ✓ Etc.
- ☑ Hay varias estructuras complejas que representan buffers, utilización de la memoria, disco, etc.



# Subsistema de I/O - Estructura de Datos

## UNIX I/O Kernel Structure



# *Desde el Requerimiento de I/O hasta el Hardware*

- ☑ Consideremos la lectura sobre un archivo en un disco:
  - ✓ Determinar el dispositivo que almacena los datos
    - Traducir el nombre del archivo en la representación del dispositivo.
  - ✓ Traducir requerimiento abstracto en bloques de disco (Filesystem)
  - ✓ Realizar la lectura física de los datos (bloques) en la memoria
  - ✓ Marcar los datos como disponibles al proceso que realizó el requerimiento
    - Desbloquearlo
  - ✓ Retornar el control al proceso





# Desde el Requerimiento de I/O hasta el Hardware

```
nico@yoko:~$ ls -l /dev/sd*
brw-rw---- 1 root disk 8,  0 oct 28 11:32 /dev/sda
brw-rw---- 1 root disk 8,  1 oct 28 11:32 /dev/sda1
brw-rw---- 1 root disk 8,  2 oct 28 11:32 /dev/sda2
brw-rw---- 1 root disk 8,  5 oct 28 11:32 /dev/sda5
brw-rw---- 1 root disk 8, 16 oct 28 15:49 /dev/sdb
brw-rw---- 1 root disk 8, 17 oct 28 15:49 /dev/sdb1
nico@yoko:~$
```

```
nico@yoko:~$ cat /proc/devices
Character devices:
 1 mem
 4 /dev/vc/0
 4 tty
 4 ttys
 5 /dev/tty
 5 /dev/console
 5 /dev/ptmx
 5 ttyprintk
```

```
Block devices:
 1 ramdisk
259 blkext
 7 loop
 8 sd
 9 md
11 sr
65 sd
66 sd
67 sd
```

THE I/O SUBSYSTEM

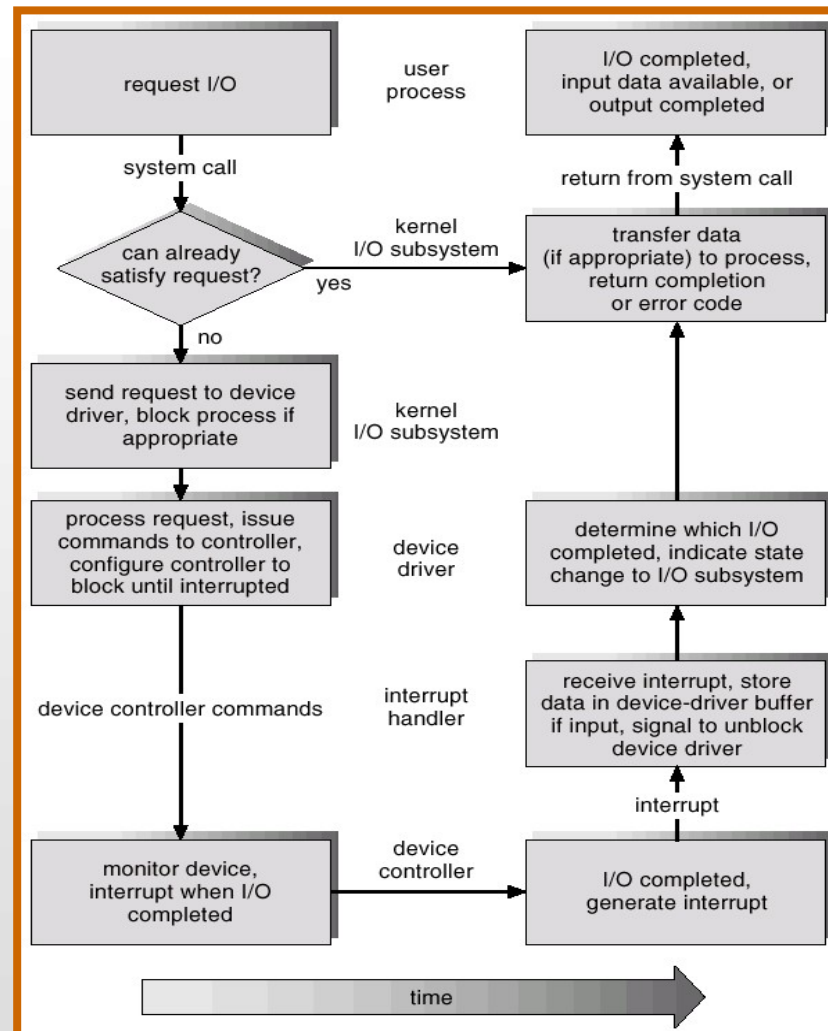
block device switch table			
entry	open	close	strategy
0	gdopen	gdclose	gdstrategy
1	gtopen	gtclose	gtstrategy

character device switch table					
entry	open	close	read	write	ioctl
0	conopen	conclose	conread	conwrite	conioctl
1	dzbopen	dzbclose	dzbread	dzbwrite	dzbioclt
2	syopen	nulldev	syread	sywrite	syioctl
3	nulldev	nulldev	mmread	mmwrite	nodev
4	gdopen	gdclose	gdread	gdwrite	nodev
5	gtopen	gtclose	gtread	gtwrite	nodev

Figure 10.2. Sample Block and Character Device Switch Tables



# Ciclo de vida de un requerimiento de I/O



# *Subsistema de I/O - Drivers*

- ☑ Contienen el código dependiente del dispositivo
- ☑ Manejan un tipo dispositivo
- ☑ Traducen los requerimientos abstractos en los comandos para el dispositivo
  - ✓ Escribe sobre los registros del controlador
  - ✓ Acceso a la memoria mapeada
  - ✓ Encola requerimientos
- ☑ Comúnmente las interrupciones de los dispositivos están asociadas a una función del driver



# *Subsistema de I/O - Drivers*

- ☑ Interfaz entre el SO y el HARD
- ☑ Forman parte del espacio de memoria del Kernel
  - ✓ En general se cargan como módulos
- ☑ Los fabricantes de HW implementan el driver en función de una API especificada por el SO
  - ✓ `open()`, `close()`, `read()`, `write()`, etc
- ☑ Para agregar nuevo HW sólo basta indicar el driver correspondiente sin necesidad de cambios en el Kernel



# Driver - Ejemplo en Linux

- ☑ Linux distingue 3 tipos de dispositivos
  - ✓ Carácter: I/O programa o por interrupciones
  - ✓ Bloque: DMA
  - ✓ Red: Ports de comunicaciones
- ☑ Los Drivers se implementan como módulos
  - ✓ Se cargan dinámicamente
- ☑ Debe tener al menos estas operaciones:
  - ✓ `init_module`: Para instalarlo
  - ✓ `cleanup_module`: Para desinstalarlo.



## *Driver - Ejemplo en Linux (cont.)*

- ☑ Operaciones que debe contener para I/O
  - ✓ **open**: abre el dispositivo
  - ✓ **release**: cerrar el dispositivo
  - ✓ **read**: leer bytes del dispositivo
  - ✓ **write**: escribir bytes en el dispositivo
  - ✓ **ioctl**: orden de control sobre el dispositivo





# Driver - Ejemplo en Linux (cont.)

## ☑ Otras operaciones menos comunes

- ✓ **llseek**: posicionar el puntero de lectura/escritura
- ✓ **flush**: volcar los búferes al dispositivo
- ✓ **poll**: preguntar si se puede leer o escribir
- ✓ **mmap**: mapear el dispositivo en memoria
- ✓ **fsync**: sincronizar el dispositivo
- ✓ **fasync**: notificación de operación asíncrona
- ✓ **lock**: reservar el dispositivo
- ✓ .....



## Driver - Ejemplo en Linux (cont.)

- ✓ Por convención, los nombres de las operaciones comienzan con el nombre del dispositivo
- ✓ Por ejemplo, para `/dev/ptr`

```
int ptr_open (struct inode *inode, struct file *filp)

void ptr_release (struct inode *inode, struct file *filp)

ssize_t ptr_read (struct file *filp, char *buff,
                  size_t count, loff_t *offp)

ssize_t ptr_write (struct file *filp, const char *buff,
                  size_t count, loff_t *offp)

int ptr_ioctl (struct inode *inode, struct file *filp,
               unsigned int cmd, unsigned long arg)
```





# Driver - Ejemplo en Linux (cont.)

## ☑ Acceso al hardware

- ✓ Funciones para acceso a los puertos de I/O  
<asm/io.h>

```
unsigned char inb (unsigned short int port)
void outb (unsigned char value, unsigned short int port)
```

## ☑ Leen o Escriben un byte en el puerto de E/S indicado

```
En MS-DOS
-----
o 70 02
i 71
<retorna los minutos>

o 70 00
i 71
<retorna los segundos>
```



# Performance

- ☑ I/O es uno de los factores que mas afectan a la performance del sistema:
  - ✓ Utiliza mucho la CPU para ejecutar los drivers y el codigo del subsistema de I/O
  - ✓ Provoca Context switches ante las interrupciones y bloqueos de los procesos
  - ✓ Utiliza el bus de mem. en copia de datos:
    - Aplicaciones (espacio usuario) – Kernel
    - Kernel (memoria fisica) - Controladora



# Mejorar la Performance

- ✓ Reducir el número de context switches
- ✓ Reducir la cantidad de copias de los datos mientras se pasan del dispositivo a la aplicación
- ✓ Reducir la frecuencia de las interrupciones, utilizando:
  - Transferencias de gran cantidad de datos
  - Controladoras mas inteligentes
  - Polling, si se minimiza la espera activa.
- ✓ Utilizar DMA

