

Sistemas operativos 2ª edición

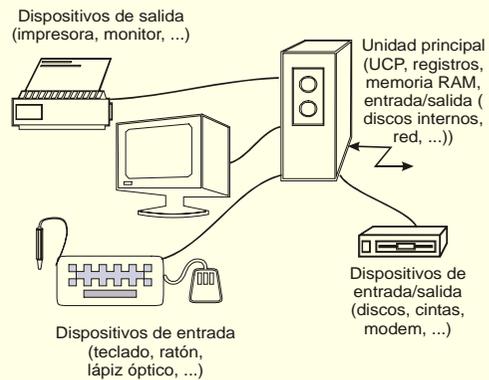
Capítulo 8 Entrada/salida



Introducción

- El corazón de una computadora lo constituye la UCP.
- Pero no serviría de nada sin:
 - Dispositivos de almacenamiento secundario (discos) y terciario (cintas y sistemas de archivo).
 - Dispositivos periféricos, que le permitan interactuar con el usuario.
 - Generalmente están fuera de la computadora y se conectan a ella mediante cables.
 - Son los teclados, ratones, micrófonos, cámaras y cualquier otro dispositivo de E/S que se le ocurra conectar a una computadora.

Estructura de una computadora



Clasificación de dispositivos

- Todos estos dispositivos de E/S se pueden agrupar en tres grandes grupos:
 - **Periféricos.** Se llama así a los dispositivos que permiten la comunicación entre los usuarios y la computadora. Dentro de este grupo se incluyen todos los dispositivos que sirven para proporcionar interfaz con el usuario, tanto para entrada (ratón, teclado, etc.) como para salida (impresoras, pantalla, etc.).
 - **Dispositivos de almacenamiento.** Se usan para proporcionar almacenamiento no volátil de datos y memoria. Su función primordial es abastecer de datos y almacenamiento a los programas que se ejecutan en la UCP. Según su capacidad e inmediatez se pueden dividir en almacenamiento secundario (discos y disquetes) y terciario (cintas y sistemas de archivo).
 - **Dispositivos de comunicaciones.** Permiten conectar a la computadora con otras computadoras a través de una red. Los dos tipos de dispositivos más importantes de esta clase son los MODEM y las tarjetas de interfaz a la red.

Jerarquía del almacenamiento



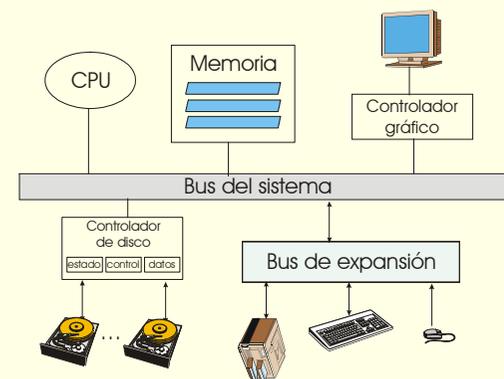
Visión del sistema de E/S

- La visión del sistema de E/S puede ser muy distinta dependiendo del nivel de detalle necesario en su estudio.
 - Para los programadores, el sistema de E/S es una caja negra que lee y escribe datos en dispositivos externos a través de una funcionalidad bien definida.
 - Para los fabricantes de dispositivos, un dispositivo es un instrumento muy complejo que incluye cientos o miles de componentes electrónicos o electro-mecánicos.
 - Los diseñadores de sistemas operativos se encuentran en un lugar intermedio entre los dos anteriores.
 - Les interesa la funcionalidad del dispositivo, aunque a un nivel de detalle mucho más grande que la funcionalidad que espera el programador de aplicaciones.
 - También les interesa conocer la interfaz física de los dispositivos y su comportamiento interno para poder optimizar los métodos de acceso a los mismos.

Conexión de dispositivos del sistema de E/S

- En el modelo de un periférico se distinguen dos elementos:
 - **Periféricos o dispositivos de E/S.** Elementos que se conectan a la unidad central de proceso a través de las unidades de entrada/salida.
 - Son el componente mecánico que se conecta al computador.
 - **Controladores de dispositivos o unidades de E/S.** Se encargan de hacer la transferencia de información entre la memoria principal y los periféricos.
 - Son el componente electrónico a través del cual se conecta el dispositivo de E/S.
 - Tienen una conexión al bus de la computadora y otra para el dispositivo (generalmente mediante cables internos o externos).

Conexión de dispositivos a una computadora



Direcciones de E/S de controladores

Tree	Address Range	Device	Status
System Information	0x0000-0x000F	Primary IDE Channel	OK
System Information	0x0010-0x001F	Secondary IDE Channel	OK
System Information	0x0020-0x002F	Secondary IDE Channel	OK
Hardware Resources	0x0030-0x003F	Secondary IDE Channel	OK
Hardware Resources	0x0040-0x004F	Intel(R) PRO/100+ Management Ad...	OK
Hardware Resources	0x0050-0x005F	Creative AudioPCI (ES1371, ES1373)...	OK
Hardware Resources	0x0060-0x006F	Game Port for Creative	OK
Hardware Resources	0x0070-0x007F	Programmable interrupt controller	OK
Hardware Resources	0x0080-0x008F	Programmable interrupt controller	OK
Hardware Resources	0x0090-0x009F	System timer	OK
Hardware Resources	0x00A0-0x00AF	Direct memory access controller	OK
Hardware Resources	0x00B0-0x00BF	Direct memory access controller	OK
Hardware Resources	0x00C0-0x00CF	Direct memory access controller	OK
Hardware Resources	0x00D0-0x00DF	Direct memory access controller	OK
Hardware Resources	0x00E0-0x00EF	Direct memory access controller	OK
Hardware Resources	0x00F0-0x00FF	Direct memory access controller	OK
Hardware Resources	0x0100-0x010F	PCI/AT Enhanced PS/2 Keyboard (10...	OK
Hardware Resources	0x0110-0x011F	PCI/AT Enhanced PS/2 Keyboard (10...	OK
Hardware Resources	0x0120-0x012F	Printer Port (LPT1)	OK
Hardware Resources	0x0130-0x013F	Communications Port (COM1)	OK
Hardware Resources	0x0140-0x014F	Communications Port (COM2)	OK
Hardware Resources	0x0150-0x015F	Standard floppy disk controller	OK

Dispositivos de Bloque y de Carácter

- Dispositivos de bloque:
 - Acceso a nivel de bloque, secuencial o aleatorio
 - Mandatos: leer, escribir, buscar, ...
 - E/S directa o a través del servidor de ficheros
 - Acceso posible a través de ficheros proyectados en memoria
 - Ejemplo: discos y cintas
- Dispositivos de carácter:
 - Acceso a nivel de carácter, secuencial o aleatorio
 - Mandatos: get, put, ...
 - Bibliotecas para optimizar y dar forma a este tipo de accesos: edición de líneas, ventanas virtuales, ...
 - Ejemplo: terminales e impresoras

E/S programada por interrupciones

- E/S programada
 - La transferencia de información entre un periférico y el procesador se realiza mediante la ejecución de una instrucción de E/S.
 - El procesador es el responsable de extraer o enviar datos entre la memoria y el controlador de dispositivo -> el procesador tiene que esperar mientras se realiza la transferencia.
 - Muestreo periódico de los dispositivos -> Determina el estado del dispositivo.
- E/S por interrupciones
 - El procesador envía la orden de E/S al controlador de dispositivo y no espera, se dedica a otras tareas hasta que llega una interrupción del dispositivo que indica que se ha realizado la operación solicitada.
 - Líneas de petición de interrupción de la CPU activadas por los dispositivos
 - El gestor de interrupciones recibe y maneja la interrupción:

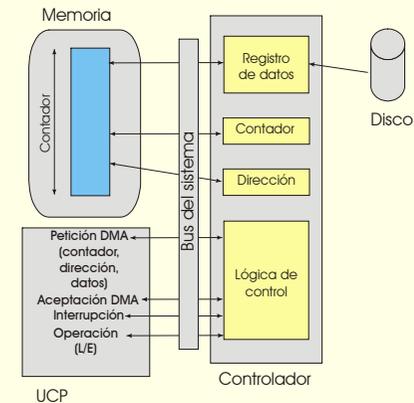
Interrupciones que usan algunos controladores

Tree	IRQ Number	Device
System Information	14	Primary IDE Channel
System Information	10	AMD 756 PCI to USB Open Host Con...
System Information	11	Intel(R) PRO/100+ Management Ad...
System Information	11	Creative AudioPCI (ES1371, ES1373)...
Hardware Resources	1	PCI/AT Enhanced PS/2 Keyboard (10...
Hardware Resources	4	Communications Port (COM1)
Hardware Resources	3	Communications Port (COM2)
Hardware Resources	6	Standard floppy disk controller
Hardware Resources	8	System CMOS/real time clock
Hardware Resources	13	Numeric data processor

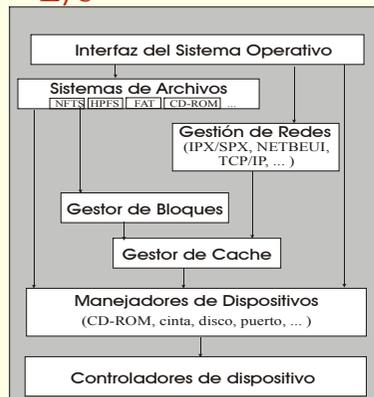
E/S Bloqueante y No-bloqueante

- Bloqueante: procesos suspendidos hasta que la E/S termina
- No bloqueante: la llamada de E/S vuelve inmediatamente

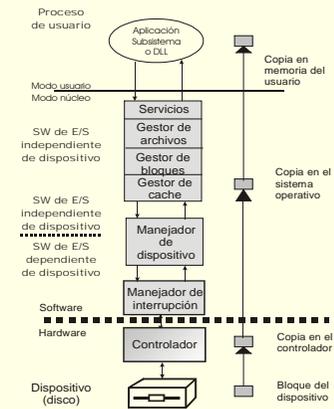
Sistema de DMA



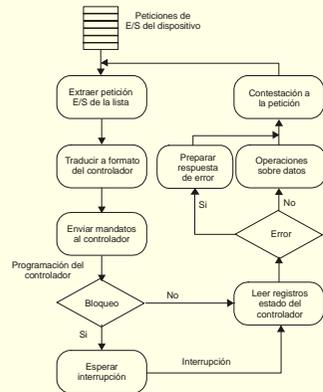
Capas del sistema de E/S



Capas del software de E/S y flujo de una operación



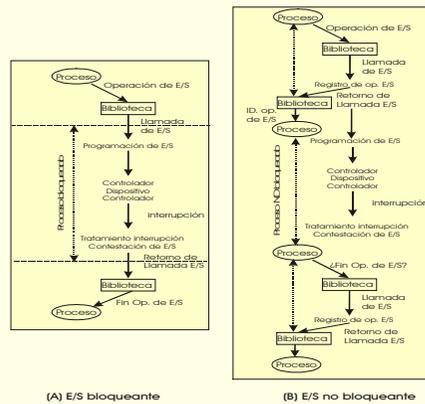
Operaciones en un manejador



Interfaz de E/S de las Aplicaciones

- Las llamadas de E/S encapsulan el comportamiento de los dispositivos en clases genéricas
- La capa del manejador esconde las diferencias entre los controladores de E/S del núcleo
- Los dispositivos pueden variar en muchas dimensiones:
 - Nombres independientes de dispositivo.
 - E/S bloqueante y no bloqueante.
 - Control de acceso a dispositivos compartidos y dedicados.
 - Indicaciones de error.
 - Uso de estándares.

E/S Bloqueante y No-bloqueante (II)



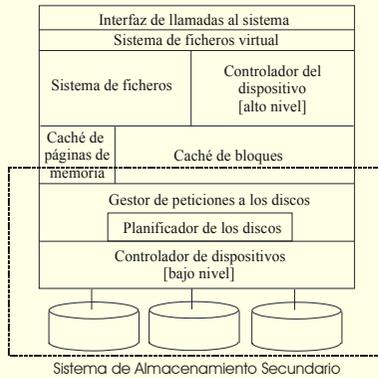
(A) E/S bloqueante

(B) E/S no bloqueante

Estructura

- El sistema de almacenamiento secundario se usa para guardar los programas y datos en dispositivos rápidos, de forma que sean fácilmente accesibles a las aplicaciones a través del sistema de archivos. Esa es la razón por la que en la jerarquía de E/S los dispositivos de almacenamiento secundario se colocan justo debajo de la memoria RAM.
- Hay dos elementos principales involucrados en este sistema:
 - **Discos.** El almacenamiento secundario se lleva a cabo casi exclusivamente sobre discos, por lo que es interesante conocer su estructura y cómo se gestionan.
 - **Manejadores de disco.** Controlan todas las operaciones que se hacen sobre los discos, entre las que son especialmente importantes las cuestiones de planificación de peticiones a disco.

Estructura del sistema de E/S en LINUX



Ejemplo de disco duro



SEAGATE Barracuda ATA II ST330630A

Parámetro	Valor
Capacidad:	10.2 GB
Cilindros:	1023
Cabezas:	256
Sectores:	83
Velocidad:	7200 RPM
T. Búsqueda:	8,5 mseg.
Latencia:	4,16 mseg.
Memoria:	2 Mbytes

Tabla de particiones de un disco

```

[root@ouervo /root]# fdisk /dev/hda

The number of cylinders for this disk is set to 1583.
There is nothing wrong with that, but this is larger than 1024,
and could in certain setups cause problems with:
 1) software that runs at boot time (e.g., LILO)
 2) booting and partitioning software from other OSs
   (e.g., DOS FDISK, OS/2 FDISK)

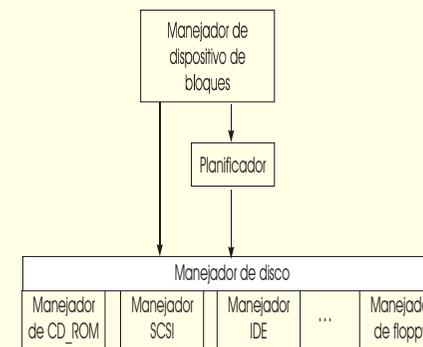
Command (m for help): p

Disk /dev/hda: 255 heads, 63 sectors, 1583 cylinders
Units = cylinders of 16065 * 512 bytes

   Device Boot      Start         End      Blocks   Id  System
/dev/hda1 *          1           31     248976   82  Linux swap
/dev/hda2            32          1583    1246640   85  Linux extended
/dev/hda3            32           35        35088+   83  Linux
/dev/hda6            36           557    4192933+   83  Linux
/dev/hda7            558          1583    8241313+   83  Linux

Command (m for help):
    
```

Estructura de un manejador de disco



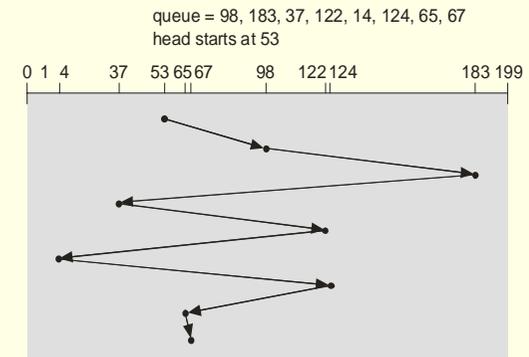
Algoritmos de Planificación de disco

- ❑ Variados: FIFO, SCAN, CSCAN, SSF, EDF,
- ❑ Fundamentales para optimizar el acceso al disco.
- ❑ Criterios de planificación:
 - Optimizar el tiempo de búsqueda
 - Dar servicio determinista
- ❑ El primero en SSOO, el segundo en multimedia y SSTR
- ❑ A continuación se estudian varios ejemplos usando la siguiente cola de peticiones:

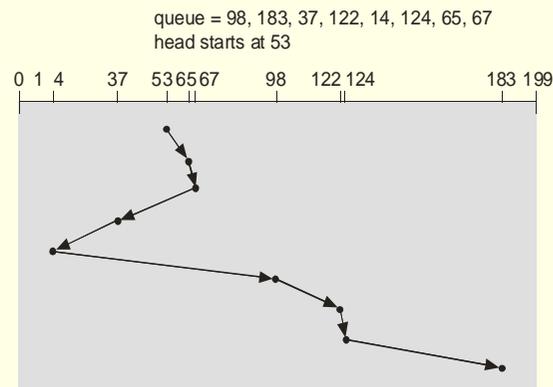
98, 183, 37, 122, 14, 124, 65, 67

Se asume que las cabezas están en 53

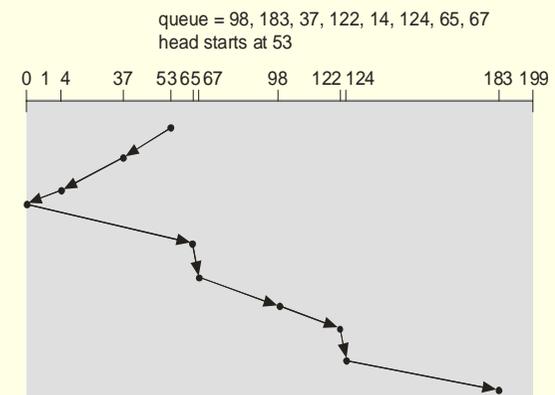
FCFS (FIFO)



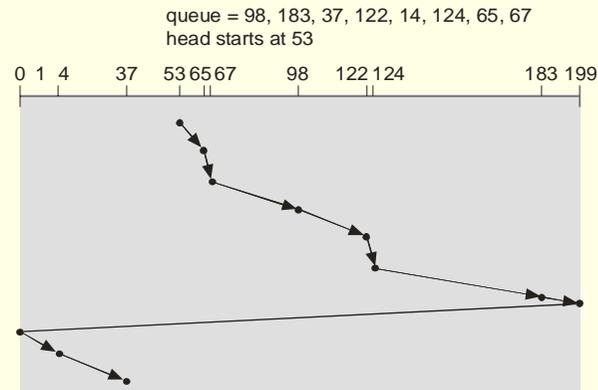
SSTF



SCAN



C-SCAN



Gestión de errores de disco

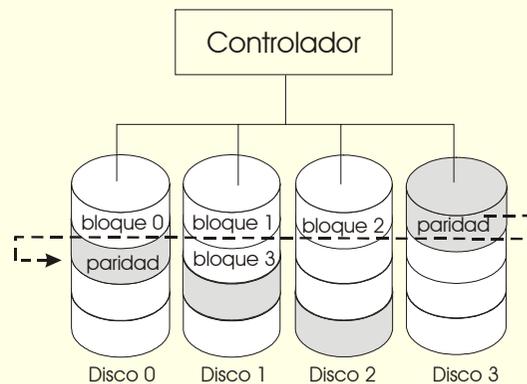
❑ Errores transitorios

- Debidos a la existencia de partículas de polvo en la superficie del disco cuando se efectúa la operación de E/S, a pequeñas variaciones eléctricas en la transmisión de datos, fallos de calibración de cabezas, ...
- Se detectan porque el ECC de los datos no coincide con el calculado y se resuelven repitiendo la operación de E/S.
- Si después de un cierto número de repeticiones no se resuelve el problema, el manejador concluye que la superficie del disco está dañada y lo comunica al nivel superior de E/S.

❑ Errores permanentes se tratan de distintas formas.

- Errores de aplicación: poco que hacer.
- Errores del controlador: tratar de reiniciar el controlador.
- Errores de superficie del dispositivo: sustituir el bloque por uno de repuesto.

Redundancia con RAID 5



El reloj

❑ ¿Dispositivo de E/S?

- Sí, aunque especial

❑ “Motor” → interrupción de reloj

- Ajuste frecuencia de interrupción (típico 100Hz)
- Mejor rutina de interrupción breve → int. software

❑ Gestión del reloj debe:

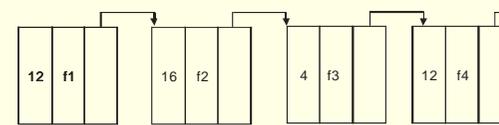
- Mantener fecha y hora
- Gestionar temporizadores
- Llevar contabilidad
- Ayudar a planificación

Mantenimiento de fecha y hora

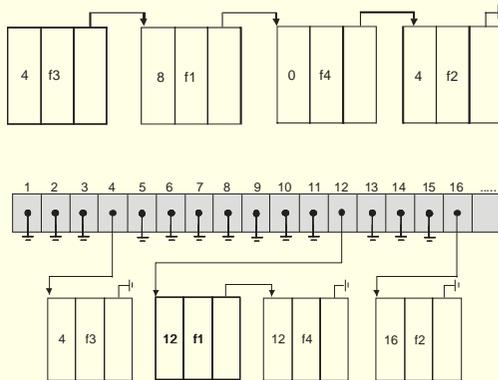
- Arranque SO lee fecha y hora de circuito hardware
 - Luego la actualiza en cada interrupción
- ¿Cómo almacenar fecha y hora?
 - Unidades de tiempo desde fecha fija en el pasado
 - UNIX: segs. o μ segs. desde 1-1-1970
 - Windows: centenas de nsegs. desde 1-1-1601
 - Espacio dedicado a almacenar fecha y hora suficiente
 - Interrupciones en msecs, ¿cómo lograr μ segs o nsegs?
 - Diferencias entre horarios de países
- SO da servicios para leer y cambiar (sólo superusuario) hora
 - Peligroso modificar hora de golpe: mejor gradual

Gestión de temporizadores

- Programas y SO necesitan esperar plazos de tiempo
 - 1 temporizador hardware \rightarrow N temporizadores software
- ¿Y plazos muy pequeños del SO? \rightarrow Espera activa
- ¿Cómo organizarlos?



Organizaciones alternativas de temporizadores



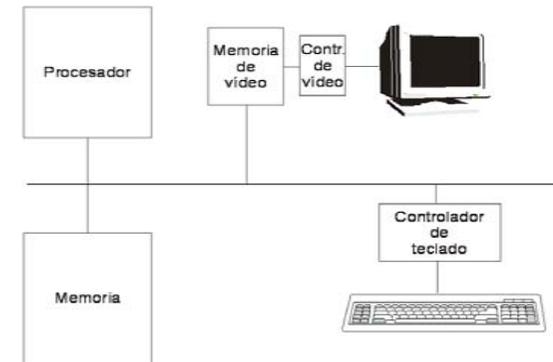
Contabilidad y soporte de planificación

- En rutina de int. reloj muestreo de diversas variables
- Contabilidad de uso de procesador de cada proceso
 - Distingue modo usuario o sistema
- Perfiles de ejecución de programas o del propio SO
 - Cuánto tiempo consumen las distintas partes del programa
 - Rutina de int. toma “muestra” de PC de proceso interrumpido
- En mayoría de algoritmos de planificación influye el tiempo
 - Rutina de int. de reloj conlleva acciones de planificación
 - *Round-Robin*: Cuando rodaja llega a cero \rightarrow planificación

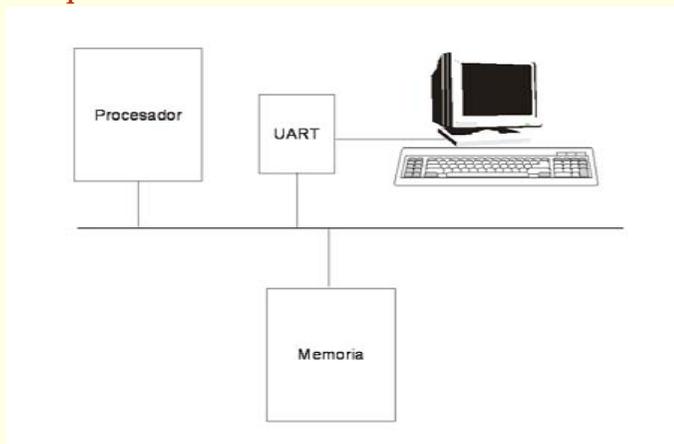
El terminal

- ☐ Teclado + pantalla
- ☐ Exposición se centra en información alfanumérica
- ☐ Terminales serie versus proyectados en memoria
- ☐ Modo de operación similar en todos los tipos de terminales
 - Diferencia: ¿Qué se hace por HW y qué por SW?
- ☐ Entrada
 - Código de tecla → Carácter ASCII
 - Se tiene en cuenta teclas modificadoras (*Control, Alt, ...*)
- ☐ Salida
 - Pantalla: matriz de píxeles con memoria de vídeo asociada
 - Escritura en pantalla requiere escritura en memoria de vídeo
 - Secuencias de escape: operaciones especiales

Esquema del terminal proyectado en memoria



Esquema del terminal serie



Software de entrada

- ☐ Dirigido por interrupciones (uso de int. software)
- ☐ Si terminal proyectado: Conversión a ASCII por manejador
- ☐ “Teclado anticipado” (*type ahead*)
- ☐ ¿Quién se encarga de la edición de los datos de entrada?
 - Mayoría de aplicaciones requiere edición sencilla
 - No adecuado que todo programa se encargue de edición
 - Conveniente ofrecer un modo de edición uniforme
 - Hay aplicaciones que requieren edición sofisticada

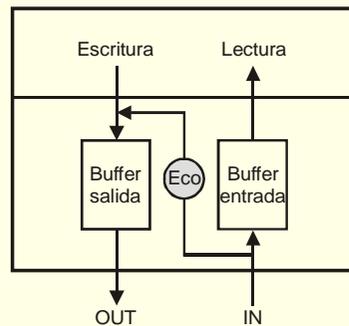
Edición de datos de entrada

- Solución típica:
 - Manejador ofrece edición sencilla orientada a línea (elaborado)
 - Se puede activar modo sin edición orientado a carácter
- Existen caracteres con un significado especial
 - Caracteres de edición (modo elaborado)
 - Caracteres para control de procesos
 - Caracteres para control de flujo
 - Caracteres de escape
- Generalmente, configurables/desactivables por programa

Software de salida

- No independiente de la entrada: eco
- No orientada a líneas de texto
- Software de salida más sencillo para terminales serie:
 - Hardware del terminal se encarga de todo el procesamiento
- En terminales proyectados más trabajo para manejador
 - Copia/procesa caracteres de proceso a memoria de vídeo
 - Trata caracteres con presentación especial y secuencias escape

Eco



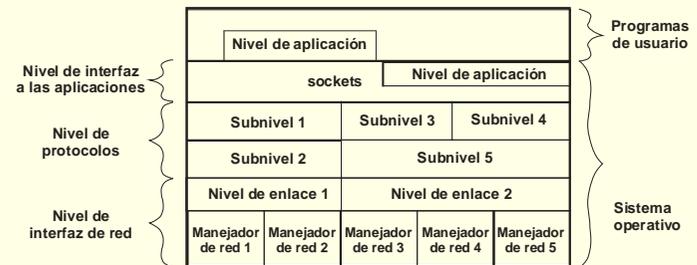
La red

- Dada su creciente importancia, soporte de SO cada vez mejor
- Algunos SSOO le dan tratamiento diferente a otros dispositivos
- Vinculación con tema “Sistemas distribuidos”
- Sistema muy complejo
 - Componente relativamente autónomo
 - Suele obviarse en el estudio de los SSOO

Niveles de gestión de red

- Arquitectura de sistema de comunicación organizada en niveles
- Software de red organizado también en niveles:
 - Nivel de aplicación (≈ aplicación y presentación de OSI)
 - Nivel de interfaz a las aplicaciones (≈ sesión de OSI)
 - Nivel de protocolos (≈ transporte y red de OSI)
 - Nivel de dispositivo de red (≈ enlace y físico de OSI)

Estructura de los niveles del software de red



Interacción de los niveles del software de red

- Niveles trabajan de forma independiente
 - Facilita coexistencia de distintos protocolos e interfaces de red
 - Uso de interfaces estándar entre niveles
- Mensaje desciende como resultado de llamada de aplicación
- Mensaje asciende como resultado de interrupción de recepción
- Niveles de red relativamente autónomos del resto del SO

Encaje de software de red en el SO



Envío de información

- Cada nivel añade información de control
- Seguimiento de la operación (p. ej. TCP/IP):
 - Programa escribe en socket
 - Nivel de transporte
 - Si UDP relativamente sencillo; si TCP bastante complejo
 - Nivel de red: encaminamiento
 - Nivel de interfaz de red:
 - Obtiene dirección IP de destino (ARP)
 - Hay que minimizar copias

Recepción de información

- Según asciende por la pila se elimina información de control
- Evitar copias de información
- Dirigida por interrupción: uso de interrupción software
- Redes de muy alta velocidad: ráfaga de interrupciones
 - E/S programada después de primera interrupción
- Nivel de red
 - Debe decidir si contactar con nivel transporte o retransmitir
- Nivel de transporte
 - Si TCP → evita congestión mediante control de flujo
 - Si UDP → ante congestión se descartan mensajes