



Sistema Operativo

... del Computador



Software de un computador

Software o soporte lógico

- Conjunto de programas asociados a dicho computador.
- Incluyen los programas:
 - suministrados por el constructor,
 - adquiridos en empresas especializadas en venta de programas, y
 - redactados por los propios usuarios del computador.
- Estudia todo lo relativo a la programación de los computadores, tanto desde el punto de vista de los programas como de los datos.
 - **Software de control**
 - **Utilidades**
 - **Software de aplicaciones**



Cont...

Software de control

- Es el conjunto de programas que controla el funcionamiento de los programas que se ejecutan y administra los recursos hardware.
- Facilitan el uso del computador de la forma más eficiente posible.
- Incluye:
 - Sistema operativo
 - Interprete de órdenes
 - Programas de diagnóstico y mantenimiento



Cont...

SOFTWARE DE UN COMPUTADOR

Software de control

- sistema operativo:
 - núcleo
 - módulos de gestión de procesos (distribuidor, planificador, etc.)
 - módulos de gestión de memoria
 - módulos de gestión de periféricos
 - sistema de archivos
- intérprete del lenguaje de control o concha
- programas de diagnóstico y Mantenimiento

Cont...

Utilidades

- Contiene programas o utilidades que facilitan la construcción de las aplicaciones de los usuarios.
- Incluye intérpretes, compiladores, editores de textos, módulos de gestión de archivos y cargadores/montadores.

SOFTWARE DE UN COMPUTADOR

Utilidades

- traductores (ensambladores, macroensambladores, compiladores e intérpretes)
- cargadores/montadores de programas
- editores de textos
- rastreadores/depuradores
- respaldo de seguridad
- compactación de disco
- recuperación de archivos
- antivirus
- compresión de datos
- administrador de bibliotecas

Cont...

El software de aplicación

- Incluye programas relacionados con aplicaciones específicas, tanto adquiridos como realizados por los propios usuarios.

SOFTWARE DE UN COMPUTADOR

Software de aplicación

- bibliotecas matemáticas y estadísticas
- procesadores de textos
- programas de presentaciones
- programas de hojas electrónicas
- sistemas de administración de archivos y bases de datos
- programas para gestión de comunicaciones (correo electrónico, etc.)
- Visualizadores y navegadores web
- programas de aplicaciones gráficas
- programas CAD/CAM
- videojuegos, etc.
- programas de los usuarios

Cont...

Software de diagnóstico y mantenimiento

- Integrado por:
 - Programas de test de arranque.
 - Programas que utilizan las personas responsables del mantenimiento y puesta al día del hardware y del software del computador.
 - **Ejemplo:**
 - Para localizar automáticamente las averías de un determinado dispositivo o circuito, o las causas de un mal funcionamiento de algún módulo del sistema operativo.
 - Un programa de detección de averías de la memoria principal.
 - Software de instalación y mantenimiento del sistema operativo.

Definición de Sistema Operativo

Un sistema operativo es un programa o conjunto de programas de control que tiene por objeto facilitar el uso del computador y conseguir que éste se utilice eficientemente.

Cont...

Es un programa de control

- Se encarga de gestionar y asignar los recursos hardware a los usuarios.
- Controla los programas de los usuarios y los dispositivos de E/S.
 - Pensemos en un computador que es utilizado desde diversos terminales por varios usuarios. ¿Quién controla los dispositivos?

El SO hace que el computador se utilice eficientemente

- Ejemplo: los sistemas de multiprogramación

Cont...

El SO facilita el uso del computador

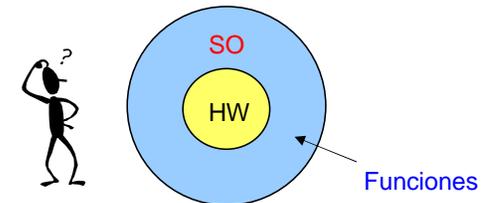
- Cada dispositivo de E/S requiere varias instrucciones máquina que establezcan un diálogo entre computador central y periférico.
 - Estas dependen de las características del periférico.
- Por otra parte, para un dispositivo dado, estas instrucciones u operaciones son comunes para todos los programas que lo utilicen, sea cual sea su naturaleza.
- El SO, facilita el trabajo de los programadores.
 - Contiene módulos de gestión de entradas/salidas que evitan a los usuarios tener que incluir esas instrucciones cada vez que hacen una operación de entrada o salida.
 - Así el SO hace «transparente» al usuario las características hardware concretas de los dispositivos.

Funciones del Sistema Operativo

- Facilita el uso del computador, para lo cual hace uso de un intérprete de órdenes o concha, que proporciona una interfaz con el usuario de líneas de órdenes o gráfica (iconos o menús), para realizar la comunicación computador/usuario.
- Gestiona y asigna recursos hardware (CPU, memoria y periféricos) a los procesos.
- Gestiona y mantiene los archivos en dispositivos de memoria masiva.
- Apoya a otros programas
- Protege los datos y los programas, cuestión especialmente compleja en sistemas multiusuario.
- Contabiliza el uso de los recursos realizado por los distintos usuarios.

Objetivo básico de un SO

- “Crear una máquina virtual para la que sea sencillo trabajar”



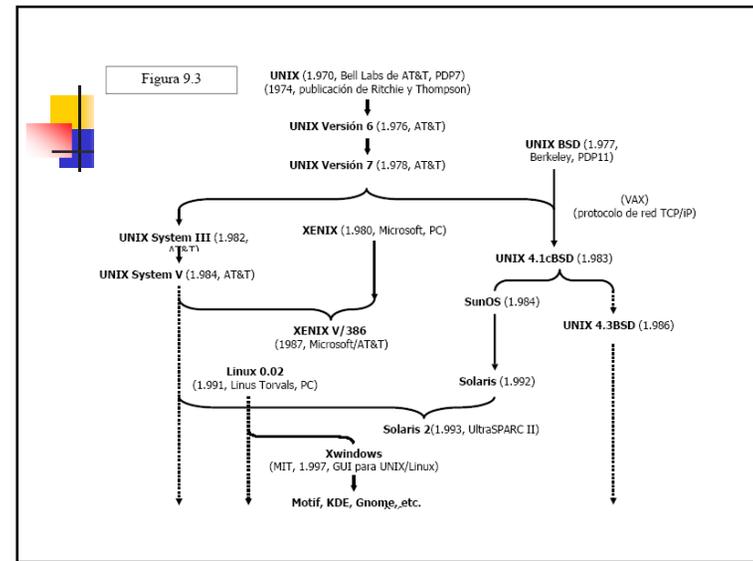
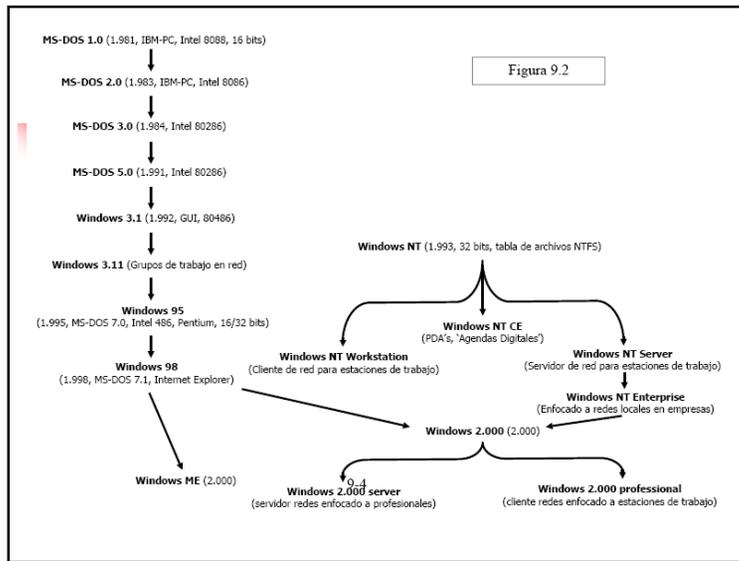
- Dependiendo de las funciones incluidas y de la relación entre ellas, tendremos diferentes tipos de Sistemas Operativos

Evolución de los sistemas operativos

- 1945-1955: No hay sistema operativo.
- 1956-1963:
 - Computadores dedicados sólo a entradas/salidas. Entradas/salidas virtuales.
 - Trabajo por **lotes** serie o cola serie.
 - SO que interpreta **órdenes de control** (interprete del lenguaje de control), contabiliza el consumo de los usuarios, etc.
- 1964-1979
 - **Multiprogramación, lotes paralelo, Memoria virtual**
- 1980-actualidad:
 - SO estandarizados:
 - Sistemas operativos en **red** y **distribuidos**

Cont...

- Sistemas operativos de mayor difusión:
 - Microsoft:
 - MS-DOS → en la actualidad con interfaces (GUI) Windows
 - UNIX
 - Linux (1991)
- Sistemas operativos "propietarios":
 - MacOS (Macintosh)
 - OS/2 (IBM)
 - MVS (Multiple Virtual Storage de IBM)



El Nivel de Maquina Operativa

- El SO junto con el hardware del computador definen una máquina virtual denominada máquina operativa.
- Este conjunto permite utilizar la máquina sin conocer muchos de los detalles del hardware y ofrece servicios adicionales tales como **memoria virtual, dispositivos de E/S virtuales, multiprogramación**, etc.
- El SO está constituido por una serie de módulos o programas que se ejecutan por medio de **llamadas al sistema** también denominadas instrucciones virtuales.
 - Estas pueden ser realizadas directamente por los usuarios (con las órdenes del lenguaje de control) o por los programas.

Cont...



Tabla 3.- Algunas llamadas al sistema del MS-DOS

Load_and_exec	.H'4B	Crear un proceso hijo y ejecutarlo
End_prog	.H'4C	Cancelar un proceso y proporcionar estado
Keep_prog	.H'27	Cancelar un programa y dejarlo residente
Get_child_status	.H'4D	Obtener el código de retorno del ultimo hijo
Alloc_memory	.H'48	Cargar un bloque de memoria
Free_allocated_memory	.H'49	Liberar un bloque de memoria
Set_mem_blk_sz	.H'4A	Modificar tamaño de un bloque de memoria
ioctl		Lectura y escritura de parámetros del dispositivo
create	.H'3C	Crear un archivo
open	.H'3D	Abrir un archivo
close	.H'3E	Cerrar un archivo
read	.H'3F	Leer datos de archivo o memoria inmediata
write	.H'40	Escribir datos memoria inmediata a archivo
Mv_fil_ptr	.H'42	Desplazar el puntero del archivo a lugar indicado

Interfaz del Usuario

- Para comunicarse con el computador, los programas incluyen módulos para definir la interfaz del usuario.
 - Cada programa de aplicación dispone de sus propios módulos de interfaz con el usuario, y la máquina operativa también dispone de su propia interfaz.
- La interfaz de los SO se fundamenta en la utilización de un lenguaje de órdenes.
- Ejemplo:** la orden dar formato a un disco
 - Esta orden es captada por el intérprete de órdenes o concha («shell»), que es un programa independiente del sistema operativo.
 - El intérprete se encarga de traducir o descomponer la orden en llamadas al sistema, de forma que se realicen las operaciones asociadas a la ejecución de la orden.
 - Una vez ejecutada la orden, la concha visualiza el indicador de petición de entrada («prompt») a la espera de que el usuario proporcione una orden nueva.

Cont...

La interfaz con el usuario (lenguaje de órdenes) puede ser:

Interfaz clásica:

- Las órdenes tienen la forma de líneas de texto que escribe el usuario.
 - Sintaxis y reglas sintácticas y semánticas.

Interfaz de menús:

- El usuario no necesita escribir las órdenes.
 - Selecciona con el ratón o el cursor una de las opciones.

Interfaz con ventanas («window»):

- La imagen en pantalla puede subdividirse en pequeñas pantallas.
 - En cada una se puede visualizar la interfaz de una aplicación distinta.

Interfaz con iconos:

- Pequeños dibujos que simbolizan acciones (metáforas).
 - El usuario se limita a seleccionar con el ratón el icono u objeto deseado para solicitar una acción concreta.

Interfaz Gráfica del Usuario (GUI)

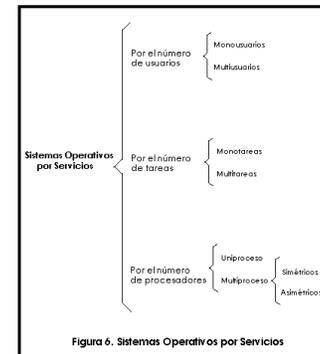
- Es una interfaz con ventanas e iconos
- Incluye:**
 - Menús
 - Iconos
 - Ventanas
 - Botones
 - Cajas de Diálogo
 - Barras

Deber

Investigar como son las interfaces de los siguientes sistemas operativos

- Windows 98, 2000, 2003 server
- Windows XP, Vista
- Unix
- Red Hat Linux, Fedora
- Trabajar en grupos (3 personas)
- smatamor@espol.edu.ec

Tipos de sistemas operativos



Gestión de la CPU Gestión de procesos

- Existen dos formas básicas de trabajar:
 - por lotes (o cola de trabajos) y
 - en forma interactiva.
 - La CPU está constantemente atendiendo al usuario y, aunque la CPU solape el trabajo del usuario con otros, se tiene la impresión de que se está trabajando directa y exclusivamente con el computador.
- Un proceso** que ha iniciado su ejecución.
 - El proceso nace en el momento que se inicia su ejecución y muere en el momento que finaliza su ejecución o que se cancela por algún motivo.
 - Es un ente activo.

Multiprogramación

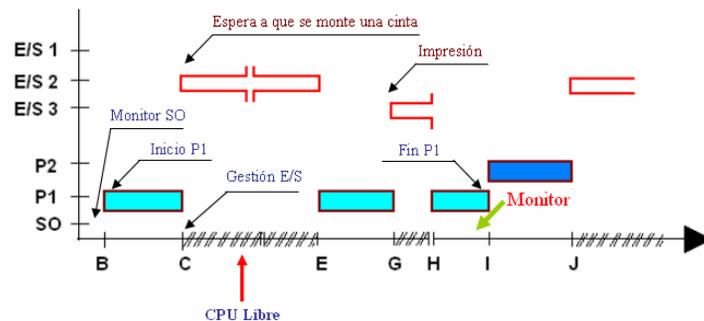
Sistema Operativo

- Monotarea o Serie
- Multitarea

Monotarea o Serie

- Mientras que no finaliza la ejecución de un programa no empieza a ejecutarse otro.
 - se desaprovecha la memoria principal
 - se desaprovecha el procesador
 - se desaprovechan los periféricos

Figura 1.- Esquema de distribución del tiempo entre CPU y entradas/salidas en la ejecución de dos procesos (P1 y P2), con un sistema operativo monoprogramación



Cont...

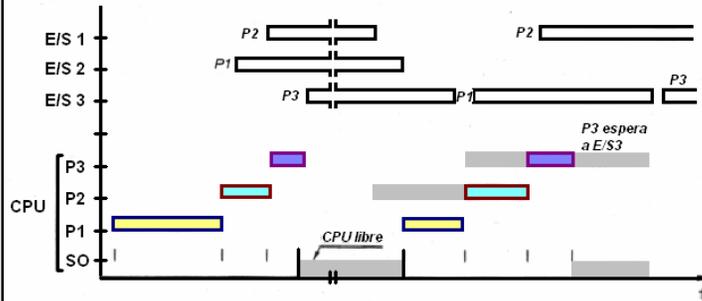
Multitarea

- Un sistema operativo multitarea aprovecha:
 - los tiempos muertos de la CPU,
 - los tiempos muertos en periféricos, y
 - los espacios de memoria principal no ocupados por el proceso.
- Consiste, en cargar en la memoria principal varios procesos e ir asignando la CPU sucesivamente a los distintos procesos en memoria, de forma que se aproveche al máximo la CPU y varios procesos vayan avanzando en su ejecución, sin necesidad de que finalice completamente uno para iniciar la ejecución de otro.

S.O.	16 kB
P1	12 kB
P2	8 kB
P3	4 kB
P4	16 kB
	8 kB

- Memoria principal (64 KBytes)
- Un sistema operativo con multiprogramación permite la ocupación de la memoria principal simultáneamente por varios procesos.

Figura 2.- Esquema de distribución del tiempo en la ejecución de dos procesos (P1, P2 y P3), con un sistema operativo multitarea puro



Cont...

Inconveniente de este tipo de multitarea:

- Un proceso con mucho tiempo de CPU (mucho «cálculo») y pocas E/S puede monopolizar la CPU, hasta que acabe su ejecución.

Solución:

- En los SO actualmente no es necesario esperar a que un proceso pase al estado de bloqueado para que el distribuidor lo interrumpa y dé el turno a otro proceso que esté preparado.

Sistema de Multiprogramación

- Es un sistema multitarea que si dispone de técnicas apropiadas de protección de memoria y de control de concurrencia para permitir el acceso compartido a dispositivos de E/S y archivos.

Sistemas Multiusuario

- Si el sistema de multiprogramación prevé el uso concurrente de distintos usuarios (con identificación, autenticación y control de los mismos).

Cont...

Tiempo compartido («time sharing»)

- Es una forma de gestionar la multiprogramación para obtener sistemas multiusuario, que requieren tiempos de respuesta adecuados dando la ilusión a cada usuario que está trabajando en exclusiva con la máquina.
- En realidad, la CPU sólo puede, en un instante dado, estar dedicada a un proceso.
- Entonces, se dice que la CPU está ejecutando concurrentemente (en vez de simultáneamente) varios procesos.
 - En un intervalo de tiempo determinado se han estado ejecutando alternativamente a «trozos» varios procesos ubicados en la memoria central.

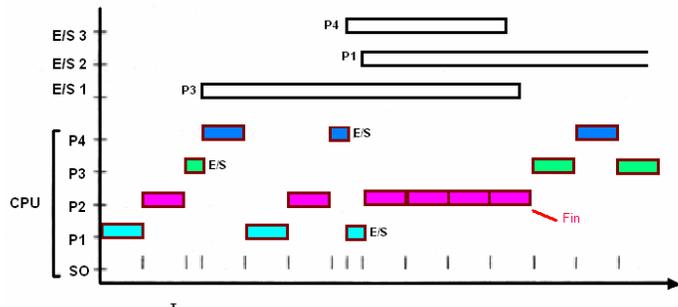
Algoritmos de Planificación para tiempo compartido

- Si existen varios procesos preparados, un problema que debe resolver el distribuidor es elegir a cuál de ellos darle el turno (pasar a activo).
- El módulo del sistema operativo que se encarga de solventar este problema se denomina planificador («scheduler») que implementa un algoritmo de planificación.

Algoritmo de planificación de petición circular («round robin») o cooperativo

- Es uno de los de mayor interés (por su antigüedad, sencillez y amplio uso)
- Usado por el Windows, MS-DOS y los computadores Macintosh.
- Con éste, a cada uno de los procesos en memoria se le asigna un intervalo de tiempo fijo, o período T, o «cuantum» (por ejemplo, 100 msegundos) (Figura 3), y se cambia de contexto de un proceso a otro, de forma rotatoria, conforme se van consumiendo los cuantum.

Figura 3.- Esquema de distribución del tiempo en un sistema operativo de multiprogramación de tipo <<Tiempo Compartido>>



Cont...

- En los sistemas operativos de tiempo compartido, se cambia de contexto, no sólo cuando se le acaba un quantum a un proceso sino también en el instante en que quede bloqueado;
 - Es decir, el distribuidor provoca una conmutación de contexto del proceso P_i al P_j , y da el turno a P_j , siempre que se cumpla una de las dos condiciones siguientes:
 - a) el proceso P_i agote su quantum,
 - b) el proceso P_i se bloquee,
 - donde P_j es el siguiente proceso preparado que le corresponda el turno.
- La asignación del quantum suele hacerse con ayuda de un generador de pulsos.
- La elección del período del quantum es problemática, ya que:
 - si es demasiado pequeño (10 ms, por ejemplo) hay que hacer muchas conmutaciones de contexto (cada 15 ms se pierden 5 ms en cambio de contexto, por ejemplo) y la eficiencia de la CPU es baja (66.6 por 100), pero
 - si es grande (500 ms, por ejemplo) los tiempos de respuesta para cada usuario pueden llegar a ser muy bajos (si hubiese ejecutándose concurrentemente 20 procesos, al pulsar una simple tecla podríamos obtener respuestas tan lentas como 5 segundos).

Cont...

Algoritmo de Planificación de Asignación de Prioridades

- Usado por los sistemas operativos OS/2, UNIX y NT-Windows.
- Las prioridades de los procesos son iguales, pudiendo el planificador modificarlas dinámicamente.
- El distribuidor da el turno al proceso preparado al que el planificador le haya asignado mayor prioridad.
- Existen varios criterios de asignación de prioridades.
- Para que el de mayor prioridad (y por tanto activo) no monopolice el uso de la CPU, a cada interrupción del reloj de tiempo real (cada 20 ms) se le baja su prioridad.
- Se conmuta al siguiente proceso en el momento de que alguno en cola supere la prioridad del proceso activo.
- Puedan existir propiedades estáticas o dinámica.

Otros Sistemas Operativos

- Los SO pueden gestionar los procesos de distinta forma:
 - **Procesos de cola serie (lotes).** El planificador selecciona trabajos de la cola serie, cargándolos en memoria conforme haya sitio en ella, e inicia su ejecución.
 - **Colas paralelo (o sistemas de lotes multi-acceso).** Se generan diversas colas, según las características o prioridades de los programas. El planificador carga en memoria programas de las distintas colas
 - **Sistema de tiempo compartido.** Gestiona procesos interactivos, a través de los cuales el usuario interactúa directamente con el computador casi de forma inmediata, dándole la ilusión de que está trabajando el sólo con el computador.
 - **Sistema para proceso de transacciones.** sistema de tiempo real para consulta de bases de datos. Ejemplo:
 - La banca
 - Reservas de billetes de avión, por ejemplo -AMADEUS



Cont...

Sistemas Operativos de multiprocesamiento

- Sistemas con 2 o más CPUs trabajando en paralelo trabajando simultáneamente, compartiendo la memoria principal y otros recursos
- Trabajan de dos formas:
 - **Asimétrica:** un procesador controla al resto (alguna versión de UNIX)
 - Uno hará de maestro (control) y distribuirá la carga a los demás procesadores esclavos.
 - Una CPU principal controla el comportamiento global de todas las CPUs, pudiendo utilizarlas como si fuesen dispositivos colocados en su bus.
 - **Simétrica:** Todos los procesadores son iguales.
 - Los procesos o partes de ellos (threads) son enviados indistintamente a cualquier procesadore disponibles
 - Se dice que un thread es la parte activa en memoria y corriendo de un proceso.
- En esta situación los procesos/hilos avanzan en realidad simultáneamente (no sólo concurrentemente)



Cont...

Sistemas Operativos de Tiempo Real

- El concepto de tiempo real hace referencia a que el computador debe dar imprescindiblemente la respuesta dentro de un límite de tiempo preestablecido.
- Este tiempo puede ser pequeño o grande, dependiendo de la aplicación.
- Estos se usan ampliamente en control industrial, equipos de conmutación telefónicos, control de vuelo, aplicaciones militares (guía de misiles, etc.) y simuladores de tiempo real.
- Deben ser capaces de responder a eventos (interrupciones) que se pueden producir asincrónicamente y con una gran frecuencia (a veces miles por segundo) en unos plazos de tiempo previamente especificados.
- Son muy utilizados en sistemas empotrados: UCIs, automóviles, teléfonos móviles, sistemas de control, etc.



Cont...

Sistemas distribuidos

- Funciona como uno centralizado, pero se ejecuta en múltiples procesadores independientes
- Es distribuido si está formado por varios elementos que cooperan para dar un servicio único
- Un SOD no es un sistema simplemente replicado. Hay un particionado, una cooperación, ningún componente sobrevive solo, hay mentalidad de grupo
- Es el software el que determina si el sistema es o no distribuido
- Si puedes decir qué máquinas estás usando, dónde corren los programas, dónde están los archivos, entonces NO es SOD



Cont...

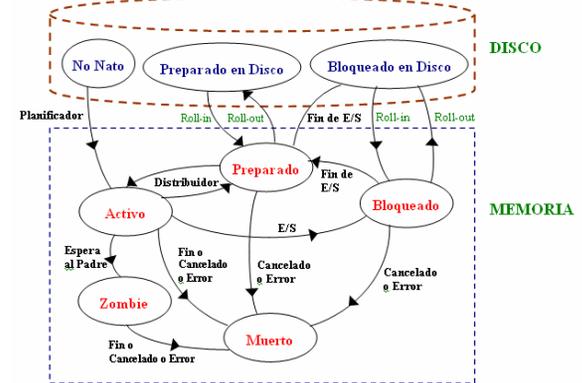
Cont...

- Las características principales de un sistema distribuido son:
 - Fragmentación de los elementos que componen una aplicación, en dos o más sistemas interconectados, de igual o diferente arquitectura operativa.
 - Los recursos de los sistemas se controlan y administran en forma independiente
 - La relación entre ambos sistemas puede tomar diferentes formas. Por ejemplo: Client-Server y Peer to Peer (Un nodo es par de otro y ambos nodos ofrecen los mismos servicios).

Estados Básicos de un Proceso

- Se dice que un proceso entra en estado de **bloqueado** cuando la CPU no puede continuar trabajando con él, a causa de tener que esperar a la realización de una operación de entrada/salida o a algún otro evento de naturaleza similar.
- Se dice que un proceso está en estado **preparado o ejecutable** cuando la CPU puede iniciar o continuar su ejecución.
- Un proceso se dice que esta en estado **activo o de ejecución**, cuando la CPU está ejecutando instrucciones del mismo.

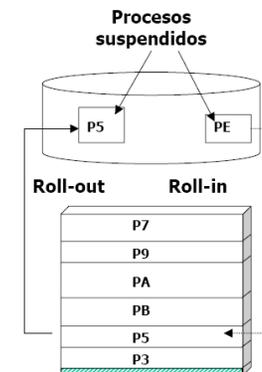
Estados de un proceso



Intercambiabilidad Memoria Principal / Disco

- El número de trabajos ejecutándose concurrentemente depende (entre otros factores) de la capacidad de la memoria principal.
- En un computador de 16 MB de memoria principal, si el sistema operativo residente en memoria ocupa 2 MB, y cada usuario de terminal interactivo (pantalla/teclado) ocupa 512 KB, como máximo podrán estar trabajando n usuarios, con n dado por:
 - $16 = 2 + 0.5 n$
 - $n = 28$ usuarios
- No podrían utilizar el computador concurrentemente más de 28 usuarios.
- Para evitar esta limitación, existe un procedimiento consistente en trasvasar a disco («hacia afuera», «roll-out») un proceso, para dar cabida a otro que se trasvasa de disco a memoria («hacia adentro», «roll-in»).

Cont...



Cont...

- Este procedimiento («swapping») es gestionado por un módulo del sistema operativo, denominado intercambiador.
- Permite al computador realizar concurrentemente un número de procesos que no está limitado por la capacidad de la memoria principal.
- La eficiencia o velocidad de esta técnica depende de la velocidad de transferencia memoria/disco y de la velocidad de funcionamiento de la unidad de disco (es recomendable disponer de DMA y/o procesadores de E/S).
- Con la técnica de inter cambiabilidad el número de procesos en ejecución no viene impuesto por la capacidad de memoria.
- Hay tres planificadores:
 - largo plazo** (o **planificador de trabajos**, selecciona programas de la cola)
 - medio plazo** (selecciona entre trabajos suspendidos)
 - corto plazo** (o **distribuidor**, selecciona entre los trabajos listos)

Gestión de Memoria

Real	Real	Virtual	
Mono usuario	Multiprogramación	Multiprogramación	
	Particiones	Paginación Pura	Segmentación Pura
	Fijas	Variables	Combinación
	Relocalización	Protección	

Figura 4.1 Panorama del manejo de memoria

Cont...

- Un programa máquina es un conjunto ordenado de instrucciones en código máquina.
 - En el momento de cargarse en la MP, encajarán en n palabras de memoria que pueden numerarse correlativamente de la 0 a la n-1.
- Las direcciones del programa se denominan **direcciones virtuales o lógicas (dv)**.
- Los programa se cargan en la MP a partir de una posición de memoria arbitraria, en función de las zonas libres.
 - Esa dirección se denomina **dirección basa (DB)**.
- Las direcciones reales donde se carga el programa se denominan **direcciones físicas (df)**, verificándose:

$$df = DB + dv, \text{ para todo } 0 \leq dv \leq n-1$$

Cont...

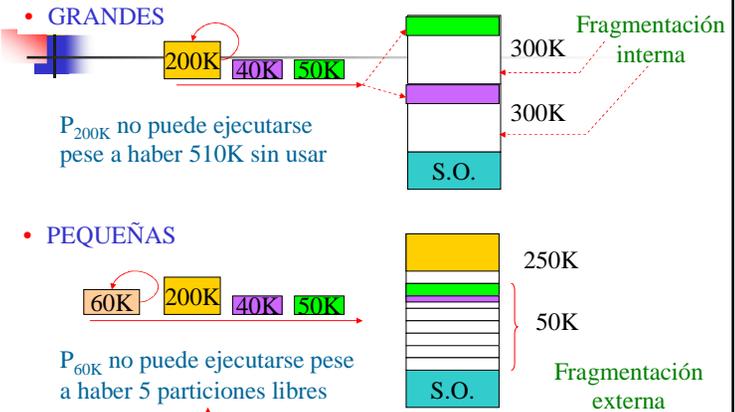
- La transformación entre DV y DF se suele realizar con ayuda de un registro base (que se carga previamente con la dirección base) que se encuentra en la propia CPU o en unos ctos. específicos llamados **Unidad de Gestión de Memoria (MMU)**
- En la actualidad la MMU suele incluirse en el mismo chip del microprocesador.
 - Antiguamente estas transformaciones se hacían por software



Particiones Fijas

- Las particiones fijas se crean cuando se enciende el equipo y permanecerán con los tamaños iniciales hasta que el equipo se apague.
- Es una alternativa muy vieja, quien hacía la división de particiones era el operador analizando los tamaños estimados de los trabajos de todo el día.
- Por ejemplo, si el sistema tenía 512 Kb de RAM, podía asignar 64 k para el sistema operativo, una partición más de 64 k, otra de 128k y una mayor de 256 k. Esto era muy simple, pero inflexible, ya que si surgían trabajos urgentes, por ejemplo, de 400k, tenían que esperar a otro día o reparticionar, inicializando el equipo desde cero.

Intentar aprovechar la memoria al máximo (ocupada al 100% por Pi)

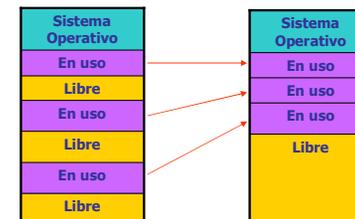


Particiones Variables

- Las particiones son variables en número y longitud
- Inicialmente la memoria sólo contiene el sistema operativo
- A cada proceso se le asigna la memoria que necesita exactamente
- Estructuras de datos para gestionar la memoria
 - Mapa de bits
 - División de memoria en pequeñas unidades libres u ocupadas
 - Lista de procesos y huecos
 - Lista única
 - Lista de procesos y lista de huecos
- Sistema de los asociados (Knuth 1973)
 - División de memoria en bloques potencia de 2
 - Se compactan 2 bloques adyacentes del mismo tamaño
 - Agiliza la fusión de huecos
- Algoritmos de asignación de particiones
 - Primer ajuste, Mejor ajuste y Peor ajuste
- Qué hacer si no hay particiones libres
 - Esperar a la finalización de algún proceso
 - Intercambio

Compresión o compactación de almacenamiento

- Esta técnica implica pasar todas las áreas ocupadas del almacenamiento a uno de los extremos del almacenamiento principal.
 - Esto deja libre un solo agujero grande de almacenamiento. Ahora todo el almacenamiento libre disponible es continuo.



Memoria Virtual

- La memoria virtual es una técnica para proporcionar la ilusión de un espacio de memoria mucho mayor que la memoria física de una máquina.
 - Esta "ilusión" permite que los programas se ejecuten sin tener en cuenta el tamaño exacto de la memoria física.
- Debido a que sólo la parte de memoria virtual que está almacenada en la memoria principal, es accesible a la CPU, según un programa va ejecutándose, la vecindad de referencias a memoria cambia, necesitando que algunas partes de la memoria virtual se traigan a la memoria principal desde el disco, mientras que otras ya ejecutadas, se pueden volver a depositar en el disco .

Gestión de Entrada / salida

- El SO administra los periféricos (unidades de disco, cinta magnética, etc., y dispositivos de entrada/salida), con los siguientes objetivos básicos:
 - Posibilitar que los recursos citados puedan ser compartidos eficientemente por distintos procesos. Para ello suele utilizarse la técnica de dispositivos de entrada/salida virtuales, y
 - Hacer lo más transparente posible al usuario las características particulares del hardware que utiliza. Para ello el sistema operativo suele disponer de módulos de gestión de entradas/salidas, y de gestión y administración de archivos

Cont...

- Las operaciones de E/S se entienden mejor utilizando un modelo conceptual por capas



Cont...

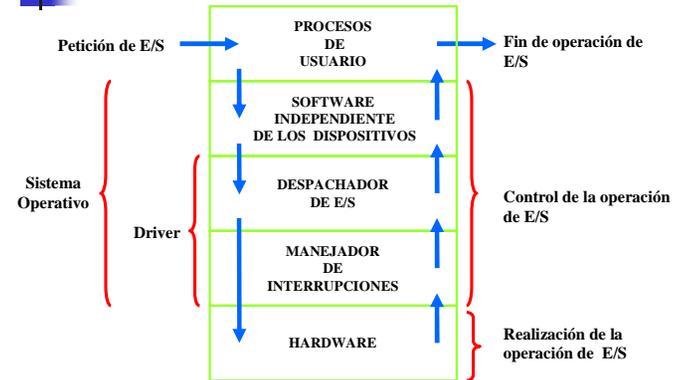
- El software de gestión de las operaciones de entrada/salida que posee un sistema operativo representa, aproximadamente el 50% del total, por lo que esta parte es de suma importancia para el diseñador y programador de sistemas.



Driver de entrada/salida



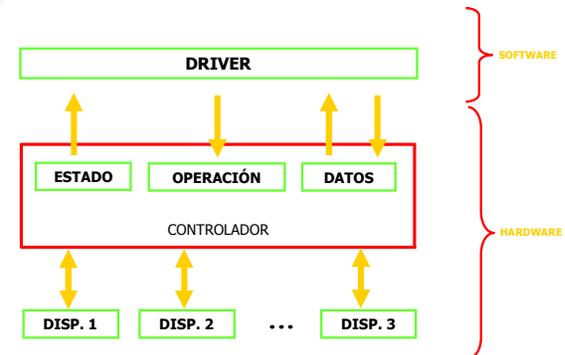
El proceso de gestión de operaciones de entrada/salida se encuentra representado por:



Funciones de un Driver

- Entre las funciones que realiza un driver podemos destacar las siguientes:
 - Definir las características del periférico** al resto del sistema operativo.
 - Inicializar los registros** asociados al periférico.
 - Habilitar y deshabilitar el dispositivo** para un proceso.
 - Procesar** todas las **operaciones** de entrada/salida solicitadas por un proceso.
 - Cancelar** toda operación de entrada/salida en el momento que sea necesario por cualquier motivo.
 - Procesar** todas las **interrupciones** hardware generadas por el propio periférico
 - Tratar** los **errores** y estado del dispositivo haciendo la correspondiente comunicación al usuario.

Registros de un Controlador





Unix

- Sistema operativo más usado en el mundo.
- Se maneja a través de dos conceptos
 - Kernell: maneja la interfaz con el hardware
 - Shell: da la interfaz al usuario
- **Shell** es el intermedio entre el usuario y el Kernell.
- **Kernell** también conocido como el corazón del Unix, es una colección de programas escritos en C, que se carga cuando se enciende la máquina.



Cont...

- **Características del Kernell**
 - Es el S.A.B
 - Se carga al iniciar el booteo
 - Maneja los recursos del sistema.
 - Asigna tiempo a usuarios.
 - Decide prioridades de procesos de tareas.
 - Es el verdadero sistema operativo del Unix.



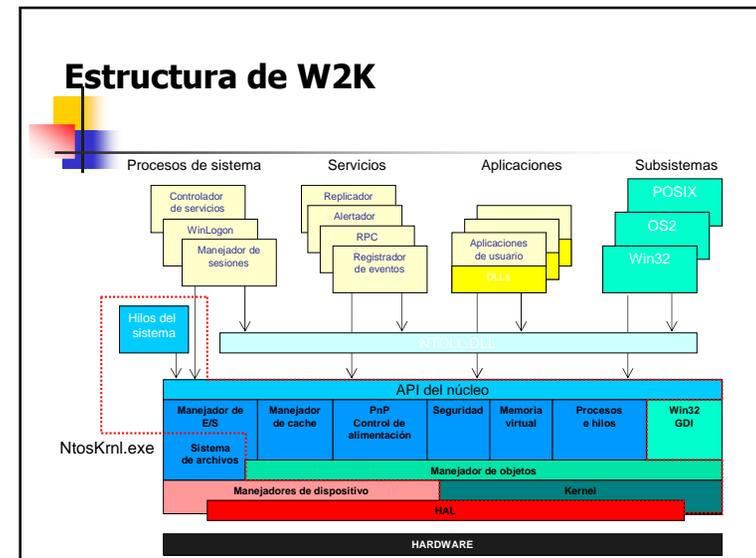
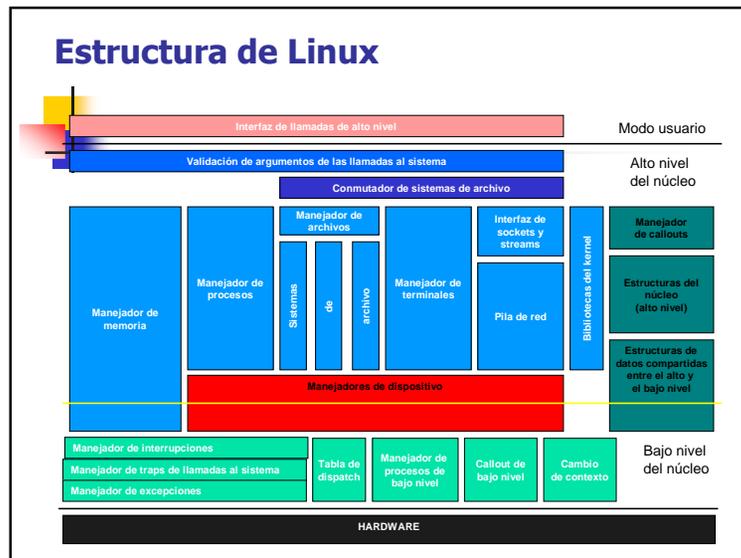
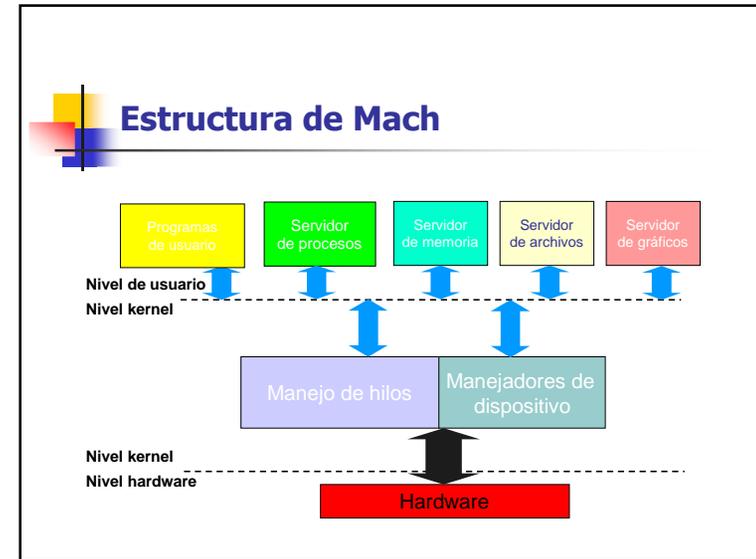
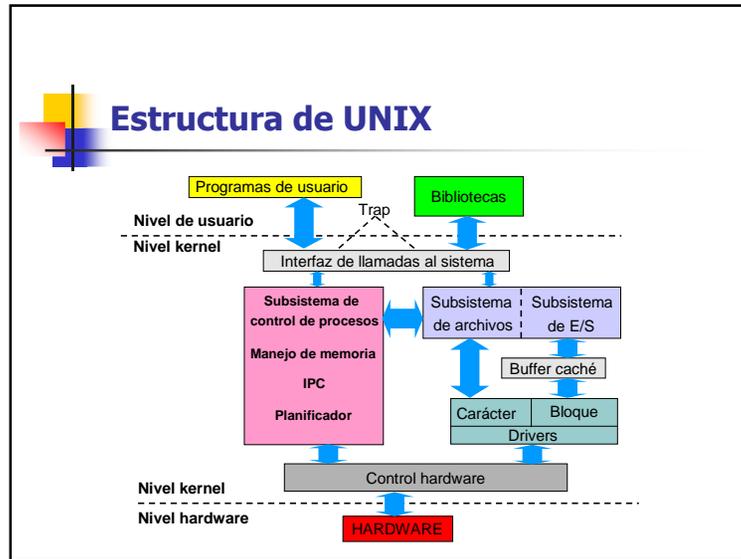
Cont...

- **Características del Shell**
 - Es otro comando de Unix.
 - Es el interpretador de requerimientos del usuario.
 - Se comunica con el Kernell para que un comando sea ejecutado.



Cont...

- **Archivo**
 - Es una cadena de caracteres.
 - Unix no coloca restricciones a los archivos.
 - No necesita adquirir una estructura determinada para utilizar un archivo.
 - Contiene el número de bytes exactos que el usuario coloca en él.
 - No contiene tamaño, atributos o fin de archivo dentro de él.
 - Unix considera como archivo a los:
 - Directorios
 - Archivos
 - Dispositivos
 - Todos los comandos de Unix son archivos.
 - Unix maneja todo a través de redireccionamiento.



Clasificación de los sistemas operativos

- SO para PC
- SO para celulares
- SO de servidores
- SO para PDA



Sistemas Operativos Moviles

- Symbian
- Windows Mobile
- Palm OS
- Linux

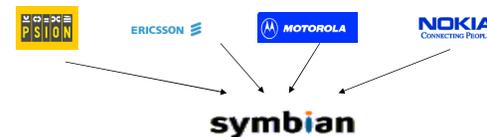
Symbian: resumen de su historia

- Fundada Junio 1998
- Co-fundadores: Nokia, Ericsson, Motorola, Panasonic and Psion
- Oficinas centrales en Londres y oficinas en alrededor del mundo
- Mas de 600 empleados
- Licencias en manos de Kenwood, Sanyo, Siemens, Sony y otros además de los accionistas



¿Qué es Symbian?

- Symbian OS es un sistema operativo abierto y estándar para dispositivos de telefonía móvil.
- Symbian OS está licenciado por los principales desarrolladores de telefonía móvil del mundo.



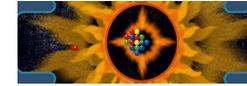


¿Porqué Symbian?

- Symbian ayuda a los fabricantes de terminales, operadores y desarrolladores a crear nuevas categorías y plataformas
- Los desarrollos de Symbian fueron gerenciados por la industria celular que entiende los requerimientos de plataformas confiables y extensibles.
- Symbian soporta plataformas claves tales como GPRS, EDGE, Bluetooth, Java, WAP, SyncML, WCDMA y va a ser la plataforma sobre la cual se van a desarrollar futuras aplicaciones

Empresas claves en los desarrollos de aplicaciones para Symbian

- IBM
- Lotus
- Oracle
- SAP
- Sybase
- Nokia Developer Community (Forum Nokia)



¿Quién lo utiliza?

■ Clasificación:

symbian

Symbian DFRDs (*Device Family Reference Designs*)

Quartz

Dispositivo de bolsillo basado en una pantalla sensible al tacto y pantalla 240x320 (quarter-VGA)

(PDAs)



Crystal

Dispositivo basado en un teclado y pantalla 640x240 (half-VGA)



Pearl

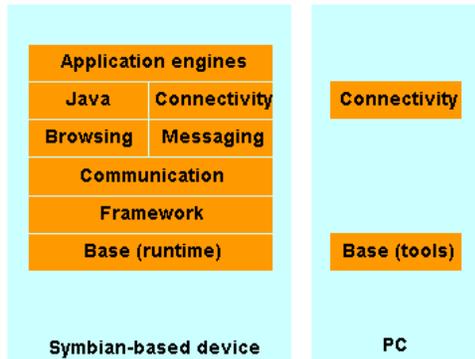
Teléfono móvil avanzado con capacidad de proceso de información.



Características

- Uso eficiente de todos los recursos de la máquina (especialmente batería, RAM y ROM).
- Acceso inmediato a los datos.
- Manejo fiable de los datos incluso en caso de fallo en la comunicación o falta de recursos, como memoria, disco o batería.
- Adaptabilidad al hardware específico y a las pilas de telefonía de los fabricantes.
- Consistencia en la comunicación entre los datos propios del dispositivo y otros.

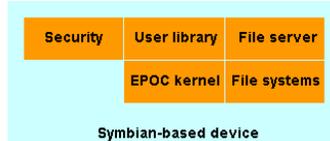
Componentes genéricos



Componentes genéricos

- **Base:** Sistema fundamental de tiempo de ejecución, herramientas necesarias para construirlo y nivel más bajo de seguridad.
- **Framework:** APIs para manejo de datos, texto, gráficos...
- **Communication:** Pilas de comunicaciones. Wide-area incluye TCP/IP, GSM y WAP. Personal-area incluye infrarrojos, Bluetooth y serial.
- **Messaging:** Internet e-mail, texto SMS y fax.
- **Browsing:** Exploradores WAP y HTML.
- **Application engines:** Proporciona motores para todas las aplicaciones estándar de Symbian: manejo de contactos, agenda...
- **Java runtime:** Especificación PersonalJava 3.0.
- **Connectivity:** Entorno de trabajo de comunicación para conectarse con un PC que trabaje con Symbian Connect

Base



- Arquitectura basada en microkernel.
- El EPOC kernel trabaja en modo privilegiado.
 - Controla los drivers del dispositivo, implementa gestión de la batería y asigna memoria para él y para los procesos en modo usuario.

Base

- La *user library* ofrece servicios a los programas de usuario:
 - Gestión de procesos, threads, programas y memoria.
 - Descriptores: Strings y buffers de datos binarios.
 - Arrays y listas.
 - Active Objects para usar multi-tasking sin problemas de sobrecarga de multi-threading.
 - Arquitectura cliente-servidor.
 - Soporte local que incluye tipo de moneda, formato de fecha y hora.

Comunicaciones

- Basada en 3 servidores de bajo nivel:

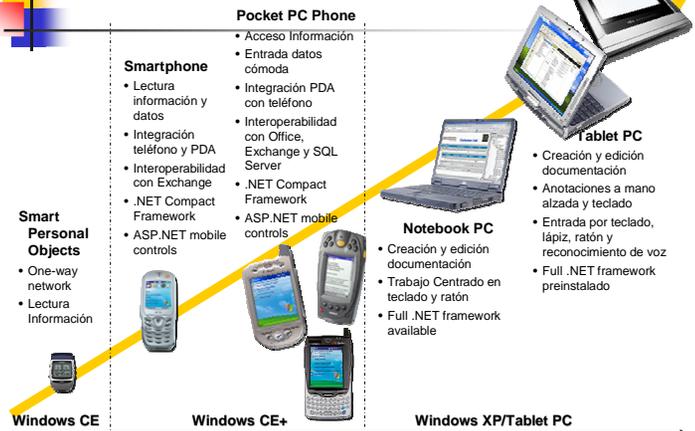
- Serial comms server
- Sockets server
- Telephony server

IDA	WAP stack	Standard modem
Bluetooth	TCP/IP	Fax
RS232	Dial-up networking	GSM
Comms server	Sockets server	Telephony server

- Clasificación según alcance:

- Wide-area
- Personal-area

La familia Windows Mobile - Perspectiva



La familia Windows Mobile – Versiones Pocket y Smartphone



- Windows CE 3.0
 - Pocket PC 2002, Pocket PC 2002 Phone Edition, Smartphone 2002
- Windows CE 4.2
 - Windows Mobile 2003 software for Pocket PC 2003 (+ Second Edition)
 - Windows Mobile 2003 software for Pocket PC Phone Edition 2003 (+ Second Edition)
 - Windows Mobile 2003 software for Smartphone 2003 (+ Second Edition)
- Windows CE 5.0



La familia Windows Mobile – Pocket PC 2003 – Software

- Pocket Outlook**
 - Correo POP3/SMTP/IMAP, Calendario, Contactos, Tareas
 - Sincronización con PC a través de USB/Red/IrDa/Bluetooth.
 - Sincronización OTA con Exchange 2003 (Server Active Sync)
- Today Screen**
- Pocket Word, Pocket Excel**
- Pocket Internet Explorer**
 - Soporta: HTML 4.0, cHTML, XHTML 1.0, WML 2.0, Jscript 5.5, CSS
- Configuration Manager**
- Connection Manager**
- Media Player (soporta streaming)**
- Cliente VPN, Terminal Server, MS Messenger**

La familia Windows Mobile – Pocket PC 2003 Phone Edition HW, SW

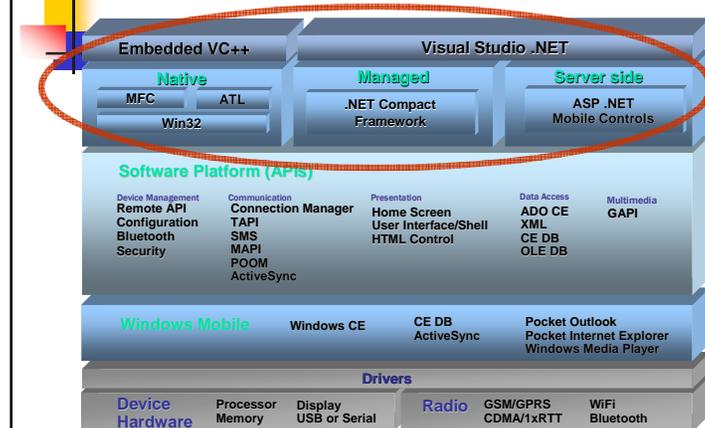
Hardware

- Integración GSM/GPRS/CDMA
- Cámara
- Algunos dispositivos también tienen WiFi y/o Bluetooth integrado.

Software

- SIM Manager, Phone Dialer
- Integración de mensajería SMS en el Pocket Outlook
- Notificaciones de sistema para eventos de telefonía
- Nuevos dispositivos en el Connection Manager
- Operadoras/Fabricante añaden cliente MMS y SW para control de la camera

Herramientas de desarrollo para Windows Mobile – Entornos



Herramientas de desarrollo para Windows Mobile – Opciones

Plataforma	Futuras Plataformas Windows Mobile				
Núcleo del S.O.	WinCE 3.0	WinCE 3.0	WinCE 4.2	WinCE 4.2	WinCE 5.0
Entorno de desarrollo	eVC 3 (C++) eVB 3 (VB) Visual Studio .NET + SDE	eVC 3 (C++)	eVC 4 (C++) VS.NET 2003 (C#, VB.NET)	eVC 4 (C++) VS.NET 2003 (C#, VB.NET)	Visual Studio 2005 (C#, VB.NET, C++)
Funcionalidad	MFC, ATL, .NET CF Active Sync Connection Mgr MAPI OBEX Telephony	WIN32 Active Sync Connection Mgr MAPI OBEX Telephony	ATL 4.2, .NET CF Enhanced Emulator Configuration Mgr, Bluetooth, SMS	.NET CF SP2 VGA (PPC) QVGA (SP) Square Landscape	.NET CF 2.0 MFC 8.0, ATL 8.0 Broad managed code support Notifications Broker, Location, Camera, Watson, D3DM

Concepto de Archivo

- Los datos que se encuentran en memoria masiva suelen organizarse en archivos.
- Un archivo o (fichero) es un conjunto de información sobre un mismo tema, tratada como una unidad de almacenamiento y organizada de forma estructurada para la busca de un dato individual.
- Un archivo está compuesto de registros homogéneos que contienen información sobre el tema.
- Cada registro esta compuesto de campos.
- La vida de todo archivo comienza cuando se crea y acaba cuando se borra.
- Durante la vida del archivo se suelen realizar sobre él determinadas operaciones de recuperación o consulta y de mantenimiento o actualización.

Cont...

- Estas operaciones las realizan programas específicos, que actúan a nivel de registro.
- Las operaciones de actualización que se pueden realizar sobre el archivo son:
 - Modificación de un registro.
 - Eliminación o borrado de un registro.
 - Inserción de un registro.
 - La mayor parte de las operaciones de recuperación y actualización implican la realización de una búsqueda o localización de un registro concreto para luego actuar sobre él (leerlo, escribir o cambiar parte de él, borrarlo, etc.)

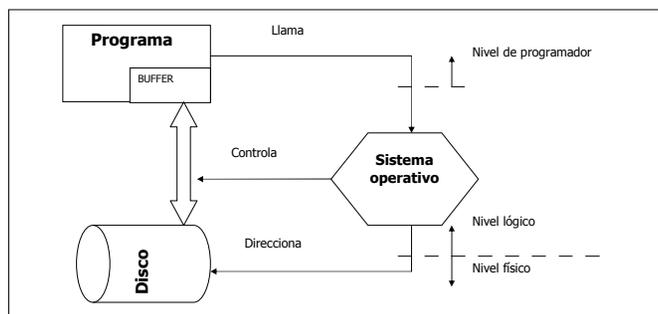
Esquema de las operaciones básicas relacionadas con la gestión de archivos.

CREACIÓN.
RECUPERACIÓN o CONSULTA o LECTURA («retrieval»).ACTUALIZACIÓN.
• Modificación de registro.
• Eliminación o borrado de registro.
• Inserción de registro.
BORRADO.
OTRAS.
• Duplicado o copia.
• Clasificación ordenación («sort»).• Mezcla o intercalado o fusión («merge»).

- Cuando un usuario utiliza archivos desde un programa escrito en un lenguaje de alto nivel, por lo general el archivo no es manejado directamente por el propio programa sino por el sistema operativo o por el software específico del computador para gestión de archivos.
- El sistema operativo transporta, cada vez que accede al dispositivo, una cantidad fija de información (bloque o registro físico) que depende de las características hardware o físicas de éste.

Cont...

Gestión del acceso a archivos por el sistema operativo



Tipos de archivos

- **ARCHIVOS PERMANENTES.**
Archivos maestros.
Archivos constantes.
Archivos históricos.
- **ARCHIVOS TEMPORALES.**
Archivos intermedios.
Archivos de maniobras.
Archivos de resultados.

Cont...

Archivo Permanente

- Contiene información relevante para una aplicación, es decir, los datos necesarios para el funcionamiento de la misma. Su vida es larga y generalmente no puede generarse de una forma inmediata a partir de otros archivos.

Archivo Temporal

- Contiene información relevante para un determinado proceso o programa, pero no para el conjunto de la aplicación. Se genera a partir de los datos de archivos permanentes o para actualizar estos, y su vida es generalmente muy corta.

Cont...

Los **archivos permanentes** se pueden clasificar en:

- **Archivos maestros.**
 - Un archivo maestro contiene el estado actual de los datos susceptibles de ser modificados en la aplicación. Es el núcleo central de la aplicación.
 - Todos los procesos están, en general, orientados a actualizar el archivo maestro o a obtener resultados de él.
 - Ejemplo: el archivo de cliente de un banco (cliente, cuentas, saldos).
- **Archivos constantes.**
 - Un archivo constante es aquel que contiene datos fijos para la aplicación.
 - Normalmente se accede a él solo para consultar.
 - Ejemplo: archivo que contenga los intereses para los distintos tipos de cuentas.
- **Archivos históricos.**
 - Un archivo histórico es aquel que contiene datos que fueron actuales en tiempos anteriores.
 - Se conservan para poder reconstruir la situación actual o anteriores.
 - Ejemplo: los clientes que se han borrado de una entidad bancaria

Cont...

Los **archivos temporales** se pueden clasificar en:

- **Archivos intermedios.**
 - Se utilizan para almacenar resultados de un programa que han de ser utilizados por otro, dentro de una misma tarea.
- **Archivos de maniobras.**
 - Se utilizan para almacenar datos propios de un programa que este no puede conservar en memoria principal, por falta de espacio en esta.
 - Su vida es siempre menor que el tiempo de ejecución del programa
- **Archivos de resultados.**
 - Se utilizan para almacenar datos elaborados que van a ser transferidos a un dispositivo de salida.
 - Ejemplo: un archivo de impresión.

Organización de archivos

- Hay diferentes formas de estructurar u organizar los archivos sobre un soporte de información.
- Las principales organizaciones de archivos son:
 - **Secuencial**
 - Los registros se encuentran en cierto orden yuxtapuestos consecutivamente. Los registros han de ser leídos necesariamente según el orden.
 - **Indexada**
 - Se utiliza un índice para obtener la ubicación de la zona del archivo donde se encuentra el registro buscado. Esto permite localizar un registro sin leer precisamente todos los que le preceden.
 - **Encadenada**
 - Cada registro contiene un puntero que permite localizar el siguiente registro. El archivo tiene la misma estructura que una lista lineal.
 - **Directa**
 - La ubicación de registro en el soporte se obtiene a partir del valor de la llave (mediante un algoritmo de transformación de ellas)



Bases de Datos

- En una aplicación convencional con archivos, estos se diseñan de acuerdo con los programas.
- Esto define:
 - Cuántos deben ser,
 - Qué organización tendrán,
 - Qué información contendrá cada archivo,
 - Qué programa actuará sobre ellos,
 - Cómo actuaran los programas sobre ellos, etc
- **Ventaja**
 - En principio los programas son bastantes eficientes, ya que la estructura ha sido ideada para el programa que la va a usar.



Cont...

- **Inconvenientes:**
 - Los programas realizados posteriormente pueden ser muy lentos.
 - Si se decide crear nuevos archivos para los programas, se puede degenerar la aplicación, ya que:
 - Gran parte de la **información** aparecerá **duplicada** en mas de un archivos (redundancia) – ocupación de espacio innecesario.
 - Al existir la misma información en más de un archivo, las **actualizaciones se complican**.
 - Se corre el riesgo de tener **datos incongruentes** entre los distintos archivos.



Gestión de Archivos

- Un archivo (uso o capacidad) puede estructurarse en un soporte físico (disco, cinta, etc) de distintas formas.
- Para almacenar información, físicamente se dispone de dispositivos a los que se accede por direcciones físicas.
 - Ejemplo: Para acceder a un sector de disco, es necesario indicar: **(número de unidad)/(superficie)/(pista)/(sector)**
- El SO posibilita que el usuario no tenga que utilizar direcciones físicas, introduciendo los conceptos de **archivo** y **directorio**.
- Esto posibilita aislar al usuario de los problemas físicos de almacenamiento.
- El conjunto de módulos del sistema operativo que se encarga de la gestión de archivos y directorios se suele denominar **sistema de archivos**
- En un disco toda información se graba o lee en bloques
 - Un bloque es: unidad de asignación o cluster



El Sistema de Archivos

- El sistema de archivos esta compuesto de dos partes:
 - El sistema de archivos básico y,
 - Método de acceso a los archivos
- **Sistema de archivos básico**
 - Es la interfaz primaria de los dispositivos para procesar bloques de datos.
 - No entiende el contenido o significado de los datos transferidos.
- **Método de acceso de los archivos**
 - Es la interfaz entre el programa del usuario, el S.A.B. y los dispositivos .
 - Procesan los registros de datos (registros lógicos).
 - Convierten los registros de datos lógicos a registros de datos físicos.
 - Es software, es el único que entiende las funciones de lectura y escritura de los dispositivos periféricos.

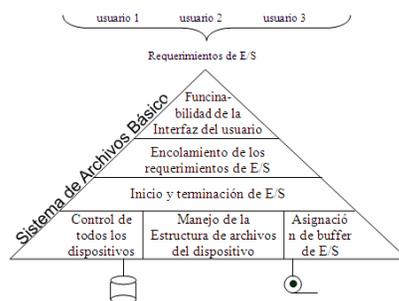
Cont...

- **El S.A.B es necesario porque**
 - Se necesita proveer de una interfaz común para realizar E/S de bloques.
 - Se necesita proveer un programa de control centralizado para asegurarse que los dispositivos conectados al sistema sean asignados apropiadamente.
 - Proveer de un recurso central que asegure integridad de datos y provee recuperación de errores.
- Para poder definir la interfaz del sistema de archivos es necesario definir:
 - Capacidad de entrada/salida requerido
 - Información necesaria para completar un procedimiento de entrada salida.
 - Definir a donde y desde donde se va a enviar información.

Cont...

- **Recursos del sistema que controla el S.A.B**
 - Asignación de todos los espacios en los dispositivos.
 - La centralización de todas las E/S a través del S.A.B
 - Crear colas de requerimientos de E/S.
 - El S.A.B será el responsable de iniciar y terminar todos los requerimientos de E/S en todos los dispositivos.
 - Tiene el control de los dispositivos que implica conocer el detalle de todo lo referente a dispositivos.
 - Controla el procedimiento de todas las E/S atendidas, lo que puede incluir interrupciones.
 - Notificar al usuario el estado en cada operación.

Cont...



Cont...

- **Operaciones del S.A.B**
 - Operaciones de Archivos
 - Operaciones de Bloques de Datos
- **Operaciones de Archivos**
 - **Create file:** Crea la estructura del archivo
 - **Open file:** abre el archivo, lo ubica en el dispositivo y le asigna memoria.
 - **Extend file:** modifica la información interna del archivo.
 - **Close file:** escribe la información que ha sido modificada, libera memoria y devuelve el control al usuario.
 - **Delete file:** remueve el nombre del archivo de la lista de directorios, física y lógicamente.



Cont...

■ Operaciones de bloques

- **Write** block:
 - Convierte la dirección lógica a física
 - Chequea si existe espacio para el bloque
 - Si existe espacio ir al paso 5
 - Si no es así debe extender el archivo
 - Ejecuta la operación de escribir el bloque en el dispositivo y setear la bandera de registro modificado en el buffer de E/S
- **Read** block: carga el bloque en el buffer de E/S y retorna el control (estado) al usuario.



Cont...

- Los archivos son estructuras con las siguientes peculiaridades:
 - Deben ser capaces de contener grandes cantidades de información.
 - Su información debe permanecer y sobrevivir a los procesos que la generan o utilizan.
 - Distintos procesos deben poder acceder a la información del archivo concurrentemente.
- Cada archivo usualmente contiene:
 - su nombre (dado arbitrariamente por el usuario siguiendo unas normas establecidas)
 - atributos y
 - los datos.



Cont...

- Los atributos pueden incluir:
 - fecha y hora de creación,
 - hora y fecha de la última actualización,
 - bits de protección (solo lectura, o lectura y escritura),
 - contraseña de acceso,
 - número de bytes por registro,
 - capacidad máxima del archivo y
 - capacidad actualmente ocupada.



Formas de almacenar los bloques

- Los datos se almacenan en el dispositivo de memoria masiva en forma de bloques.
- El dispositivo más usado para almacenamiento de archivos es el disco.
 - Como la unidad física de almacenamiento es el bloque, estos pueden grabarse de diversas formas:
 - Contigua
 - Lista encadenada
 - Lista de enlaces
 - I-nodos

Cont...

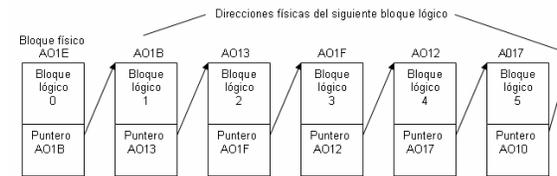
Contigua

- Los bloques se almacenan uno detrás de otro.
 - Producen fragmentación.
- Como los archivos no suelen tener una longitud fija a lo largo de su vida, esta forma de grabación presenta serios problemas.
- No se conoce a priori el tamaño máximo del archivo, con lo que se podrían producir desbordamientos, y
- Si se conociese se producirían fragmentaciones cuando el archivo no estuviese a su máxima capacidad.

Cont...

Lista encadenada

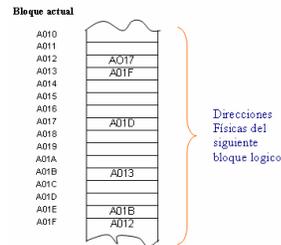
- Los bloques se almacenan en cluster no necesariamente consecutivos, encadenándose un bloque con otro por medio del puntero.
 - No hay fragmentación
- Se accede al archivo conociendo la dirección del cluster inicial.
 - Acceso secuencial no aprovecha acceso directo



Cont...

Lista de enlaces

- Cada disco dispone de una tabla con tantos elementos como bloques físicos
 - La posición de cada elemento se corresponde biunivocamente con cada bloque, y contiene el puntero del lugar donde se encuentra el siguiente bloque del archivo.
- Cuando se abre un archivo, el sistema de archivos carga en la memoria principal la lista de enlaces, pudiéndose obtener rápidamente las direcciones (usualmente 3 bytes) de los bloques consecutivos del archivo.
- Inconveniente:** si el disco es muy grande, la lista de enlaces ocupa una capacidad excesiva en memoria principal.



Cont...

Cont...

- El MS-DOS y Windows utiliza este sistema de grabación.
 - La lista de enlaces se denomina FAT (tabla de localización de archivos) y tiene 2 alternativas
 - FAT 16: para discos hasta 2GB, unidad de asignación 32 KB, cada dirección del bloque se da con 2 bytes, cada elemento del FAT corresponde a un bloque, entonces se puede almacenar en el información alternativa al puntero;
 - por ejemplo, indica si el bloque está deteriorado (H'FFF7, en MS-DOS), si está libre (H'0000) y por tanto disponible para su uso, o si es el último del archivo (H'FFFF).
 - FAT 32: Windows 95 y 98, para discos de hasta 1TB/2TB, las unidades de asignación son menores (2Kb/4Kb).
 - Cada elemento de la FAT tiene 32 bits, de los que 29 especifican el número de la unidad de asignación.
- Windows NT admite FAT16, FAT32

Cont...

Cont...

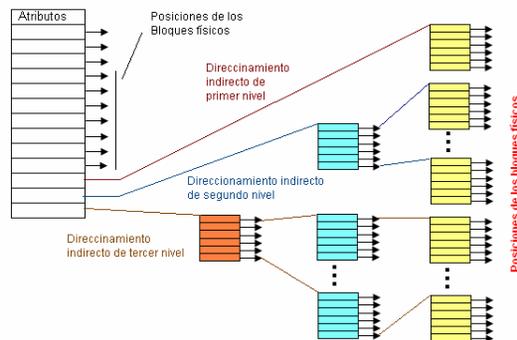
- OS/2 usa NTFS (Sistema de archivos de nueva tecnología) en el cual las unidades de almacenamiento son:
 - Sector (usualmente 250 bytes)
 - Unidad de ubicación : 1 o más sectores continuos en la misma pista (de 512 Bytes a 64 Kbytes).
 - Volumen: porción lógica compuesta por 1 o + unidades de ubicación (de 1 a 128 sectores/volumen)
- Windows 2000 y XP (con service pack 2) usan NTFS2
- Windows 2003, usa NTFS3
- Windows Vista tiene una nueva versión de sistema de archivos.

Cont...

I-nodos

- Corresponde a la forma de gestionar los archivos por el sistema operativo UNIX.
- Cada archivo tiene asociado un nudo de índices o i-nodos que es una pequeña tabla de tamaño fijo (64 bytes)
- Conteniendo los atributos del archivo y 13 direcciones de 3 bytes.
 - 10 primeras direcciones indican directamente las posiciones de primeras unidades de asignación donde se encuentran los datos del archivo.
 - Los tres últimos elementos de la tabla indican las siguientes direcciones de los bloques del archivo, pero de forma indirecta:
 - simple indirección
 - doble indirección
 - triple indirección

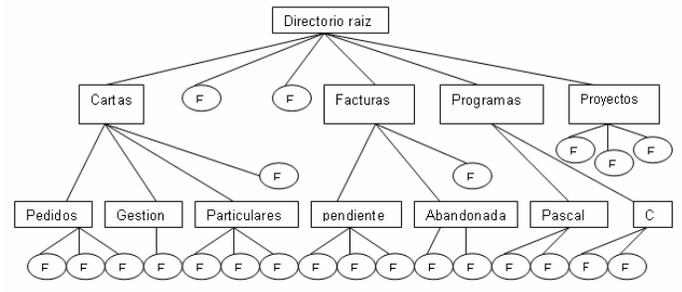
Cont...



Gestión de Directorios

- Son la segunda abstracción que utiliza el sistema operativo para gestionar volúmenes de datos.
- Son conjuntos de archivos agrupados, siguiendo algún criterio arbitrariamente elegido.
- La estructura global del sistema de archivos suele organizarse en forma de árbol en que los nodos interiores son directorio o archivo y los nodos exteriores son archivo.
- Un directorio se gestiona con una tabla-índice que contiene un elemento por cada archivo o directorio dependiente de él.
- Cada elemento está formado por el nombre del archivo dado por el usuario e información adicional.
- La información adicional sobre el archivo puede ser constituida por los atributos del archivo y el bloque donde comienza el archivo, caso del MS-DOS;
 - recuérdese que a partir del bloque inicial con la FAT se puede conocer el lugar donde se encuentran los bloques sucesivos.
- También, la información adicional puede ser un puntero a otra estructura con información sobre el archivo, como en UNIX.

Cont...



Cont...

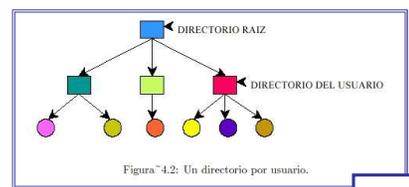


Figura 4.2: Un directorio por usuario.

El número y organización de directorios varía de sistema en sistema

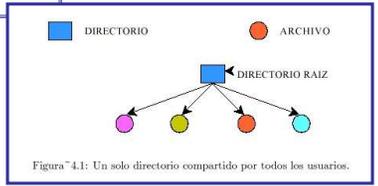


Figura 4.1: Un solo directorio compartido por todos los usuarios.

Cont...

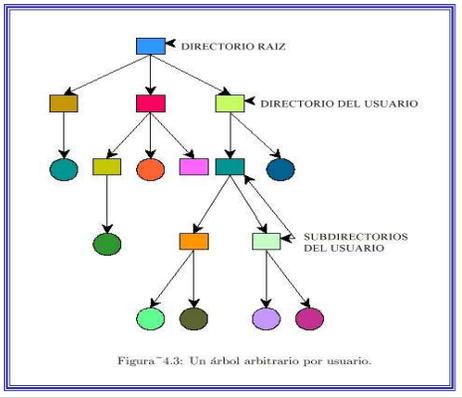


Figura 4.3: Un árbol arbitrario por usuario.