



Sistemas Operativos

Introducción a los
Sistemas Operativos

Introducción a los Sistemas Operativos

Eloy Anguiano Rey
eloy.anguiano@uam.es

Ana González
ana.marcos@uam.es

Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid



Introducción a los Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

Parte I

Introducción a los Sistemas Operativos

Definición Sistema informático

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Sistema informático

¿Qué es un SO?
Objetivos de un SO
Niveles de un sistema informático
Servicios de un SO
Características
El núcleo

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

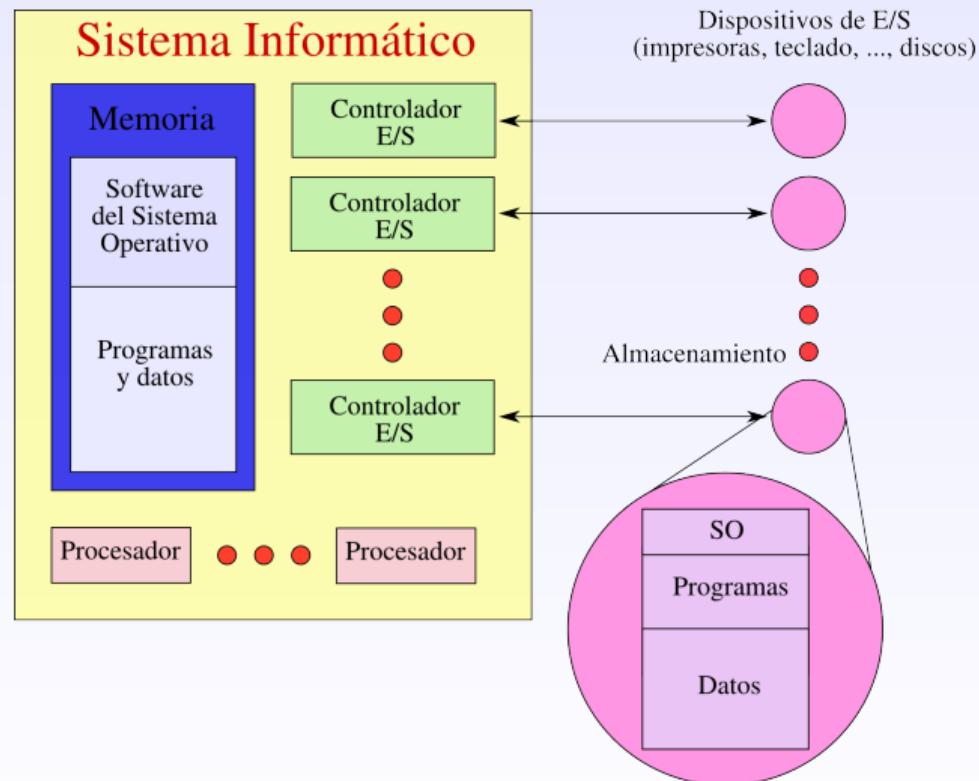
Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro



Definición

¿Qué es un SO?

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Sistema informático
¿Qué es un SO?
Objetivos de un SO
Niveles de un sistema
informático
Servicios de un SO
Características
El núcleo

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

- Programa que **controla la ejecución** de los programas de aplicación:
 - Acceso eficiente a recursos compartidos limitados.
- **Actúa como interfaz** entre las aplicaciones del usuario y el hardware:
 - Simplifica la labor del programador.
 - Un interfaz es un conjunto de comandos y/o métodos que permiten la intercomunicación del programa con:
 - Cualquier otro programa
 - Módulos del propio programa
 - Elementos internos o externos (los periféricos son controlados por interfaces)

Definición

Objetivos de un SO

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Sistema informático

¿Qué es un SO?

Objetivos de un SO

Niveles de un sistema
informático

Servicios de un SO

Características

El núcleo

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

- **Comodidad**

- Hace que un computador sea más cómodo de utilizar. **Abstracción**

- **Eficiencia**

- Permite un uso eficiente de los recursos de un sistema informático. **Concurrencia**

- **Capacidad de evolución**

- Permite el desarrollo efectivo, la verificación y la introducción de nuevas funciones en el sistema sin interferir en los servicios.**Modularidad**

Definición

Niveles de un sistema informático

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Sistema informático
¿Qué es un SO?
Objetivos de un SO
Niveles de un sistema informático
Servicios de un SO
Características
El núcleo

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

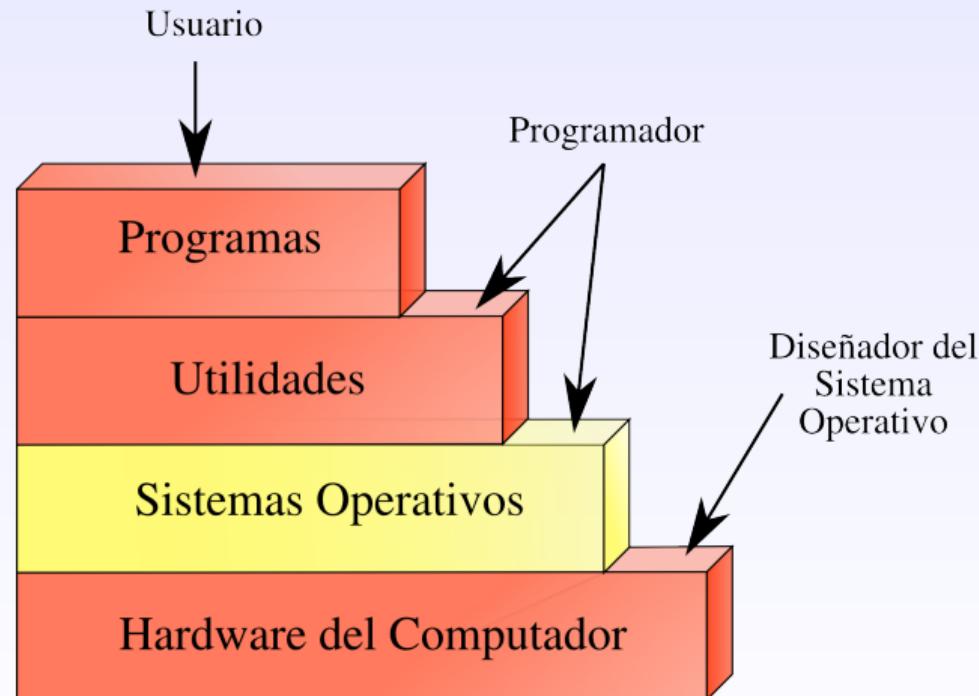
Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro



Definición

Servicios de un SO

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Sistema informático
¿Qué es un SO?
Objetivos de un SO
Niveles de un sistema
informático

Servicios de un SO

Características
El núcleo

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

① Creación de programas:

- Editores.
- Compiladores.
- Depuradores.
- *Profilers*.

② Acceso ordenado a los dispositivos de E/S.

③ Acceso controlado a los archivos.

④ Acceso al sistema.

⑤ Detección y respuesta a errores:

• Errores internos y externos del hardware:

- Error de memoria.
- Fallo de dispositivos.

• Errores de software:

- Desbordamiento aritmético.
- Acceso a una posición prohibida de memoria.

• Incapacidad del sistema operativo para satisfacer la solicitud de una aplicación.

Definición

Servicios de un SO

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Sistema informático

¿Qué es un SO?

Objetivos de un SO

Niveles de un sistema
informático

Servicios de un SO

Características

El núcleo

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos

Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

⑥ Contabilidad:

- Recoger estadísticas.
- Supervisar su rendimiento.
- Utilizado para anticiparse a las mejoras futuras. Adaptabilidad: interfaces adaptativas.
- Utilizado para los usuarios de cuotas.

Definición

Características

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Sistema informático

¿Qué es un SO?

Objetivos de un SO

Niveles de un sistema
informático

Servicios de un SO

Características

El núcleo

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos

Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

- Funciona de la misma manera que el software normal de un computador:
 - Es un programa ejecutado por el procesador.
 - El sistema operativo abandona el control del procesador para ejecutar otros programas.

Definición

El núcleo

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Sistema informático

¿Qué es un SO?

Objetivos de un SO

Niveles de un sistema

informático

Servicios de un SO

Características

El núcleo

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y

Multiprogramación

Requisitos

Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

- Parte del sistema operativo que se encuentra en la memoria principal.
- Incluye las funciones utilizadas con más frecuencia.
- Carece de estructura.
- También denominado kernel (DOS, Windows , Unices).
- Microkernel o micronúcleo (WNT,W2K): En este caso, el S.O. se ocupa sólo de unas pocas funciones (gestión de memoria, procesos, IPC), reduciendo el núcleo a su mínima expresión. El resto de funciones pasan a estar en el espacio de usuario.



Evolución Motivación

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Motivación

Correcciones

Hardware

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos

Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

- Correcciones.
- Actualizaciones del hardware y nuevos tipos de hardware.
- Nuevos servicios.



Evolución Correcciones

Introducción a los Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Motivación

Correcciones

Hardware

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y Multiprogramación

Requisitos

Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

=====

Solaris 8 Complete Listing of Released Patches:

=====

SunOS Released Patch List:

=====

Total Patches: 450 Total Bugfixes: 4728 Patch-ID# 108528-12 Synopsis: SunOS 5.8: kernel update patch BugId's fixed with this patch:
4365247 4365330 4365336 4365604 4365733 4365739 4367538 4367584 4367625 4367773 4367903 4368026 4368057 4368109 4368758 4368921 4369175 4369300
4369543 4369993 4370121 4370146 4370148 4370240 4370475 4370674 4371112 4371183 4371549 4371615 4371697 4371769 4371774 4371775 4371777 4371778
4371970 4371993 4372173 4372356 4395481 4395736 4397335 4398255 4398298 4398373 4399968 4400262 4400356 4400359 4400361 4400743 4401168 4401747
4401837 4401865 4401980 4402359 4402387 4402431 4402452 4402894 4403129 4403503 4403696 4404021 4405240 4405395 4406476 4406484 4406571 4406572
4406576 4406578 4340924 4340960 4341008 4341185 4341337 4341378 4341664 4341714 4342756 4343039 4343115 4343189 4343237 4343285 4343391 4343425
4343443 4343480 4343762 4343991 4344008 4344042 4345163 4345667 4346088 4346167 4346319 4346494 4346495 4346666 4346837 4346976 4346998
4347240 4347358 4347359 4347965 4348040 4348738 4349102 4349272 4349393 4349603 4350263 4350354 4350574 4350726 4350849 4351116 4351181 4351877
4351971 4352174 4352284 4352611 4353353 4353432 4353449 4353719 4354331 4354397 4354498 4354564 4354802 4354995 4355025 4355205 4355206 4355538
4356439 4356587 4356615 4356641 4356821 4357092 4357097 4357216 4357245 4357371 4357552 4357646 4357714 4357897 4357919 4358151 4358192 4358385
4358414 4358416 4358831 4358837 4359287 4359294 4359440 4359501 4359524 4359812 4359983 4360867 4361705 4362122 4362141 4362327 4362522 4362948
4362950 4362966 4362970 4362979 4362980 4362983 4362985 4362986 4363051 4363646 4363678 4363751 4363907 4363985 4364006 4364048 4364129 4364167
4364314 4364556 4320297 4320338 4320394 4320440 4320471 4320547 4320653 4321259 4321326

Changes incorporated in this version: 4466418 4466463 4290918 4294240 4318695 4340183 4353719 4362950 4374518 4423730 4455088 4456307 4457852 4466948
4467264 4468171 4474994 4477967 4479235 4479846 4480169 4483007 4484446 4484613 4484810 4484980 4487325 4489520 Date: Nov/09/01

Evolución Hardware

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Motivación

Correcciones

Hardware

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos

Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

La historia de los SO's esta ligada a la rápida **evolución del hardware** (\$ decreciente, con el nivel de integración) y a **condicionantes sociales** (encarecimiento del precio mano de obra): ADAPTACIÓN.

	1981	2007	factor
CPU (MHz)	10	3800	380
RAM	128 KB	4 GB	32000
Disco	10 MB	0.5 TB	50000
Red (Bwth)	9600 b/s	1 Gb/s	100000
Nº bits direcc.	16	128	8
Nº usuarios/máquina	decenas	1	0.1
Precio	30000 €	1000 €	0.03

Evolución Hardware

Ejemplo actual



Características de un gran ordenador

Yale "Bulldogi" cluster

- 170 Dell Poweredge 1955 nodos
- 2 Dual-core 3.0 GHz 64 bits CPUs cada nodo
- 16 GB RAM cada nodo
- Gigabit ethernet
- NFS y Lustre Filesystem

Proceso en serie

Open Shop [1945–1955]

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Open Shop
[1945–1955]

Tarjeta perforada
Ejemplo: IBM 701

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

Características

- No había sistema operativo.
- Las operación con estas máquinas era desde una consola consistente en unos indicadores luminosos, unos conmutadores, un dispositivo de entrada y una impresora.

Desventajas

- Planificación, temporización.
- La preparación incluía cargar un compilador, un programa fuente, salvar el programa compilado y, por último, cargar y montar.

Proceso en serie

Tarjeta perforada

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Open Shop
[1945-1955]

Tarjeta perforada
Ejemplo: IBM 701

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

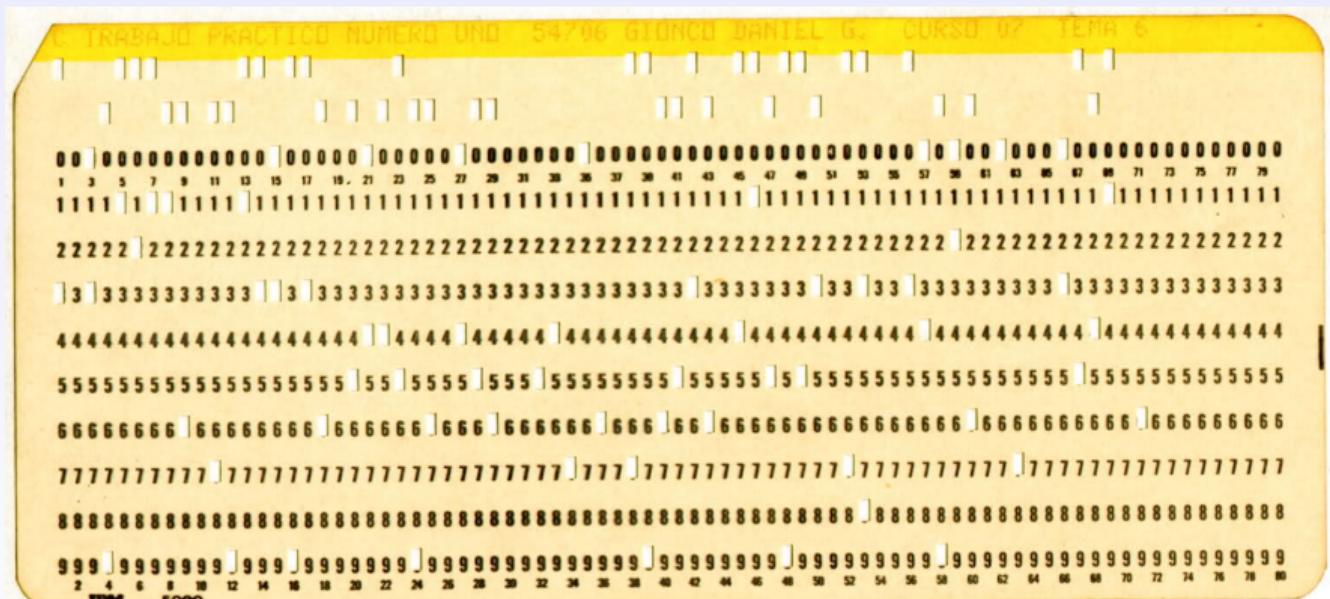
Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro



Proceso en serie

Ejemplo: IBM 701

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Open Shop
[1945-1955]

Tarjeta perforada
Ejemplo: IBM 701

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

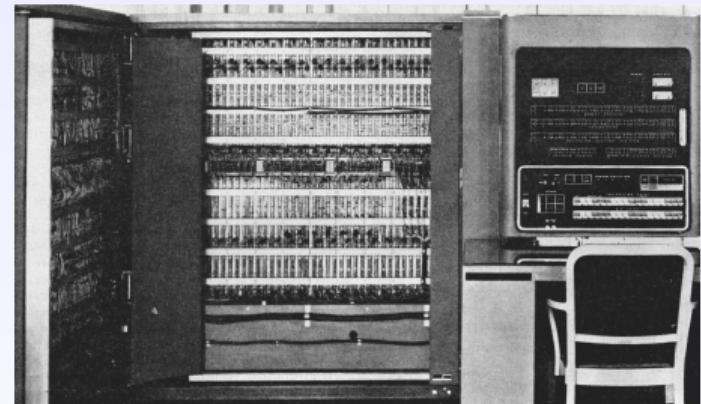
Estructura

SO modernos

El futuro

Características de los 19 sistemas vendidos

- 12 micras/ciclo (80 KHz).
- 15,000 instr/s (una dirección, punto fijo).
- 3.5 horas entre fallos!
- \$300 (1954) por hora de uso.
- Slots de 15 minutos! (más de 10 minutos de setup).



Proceso por lotes

Monitores

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Monitores

Lenguaje de control
JCL (Job Control
Language)

Características del
Hardware
Problemas

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

- Software que controla los programas que están en funcionamiento. Residente en memoria principal, listo para ser ejecutado en cuando se necesite.
- Los trabajos se agrupaban por lotes, que eran cargados y extraídos en/de la memoria por el monitor.
- El programa volvía al monitor al terminar su procesamiento.

Proceso por lotes

Lenguaje de control JCL (Job Control Languaje)

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Monitores

Lenguaje de control
JCL (Job Control
Languaje)

Características del
Hardware

Problemas

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

- Cada usuario entregaba al operador las tarjetas de programa con otras tarjetas de control que codificaban las acciones requeridas.
- Tipo especial de lenguaje de programación.
- Empleado para dar instrucciones al monitor:
 - Qué compilador utilizar.
 - Dónde copiar el objeto compilado.
 - Qué datos utilizar.
- Todavía utilizado en grandes sistemas de computación científica no-interactivos.

Proceso por lotes

Lenguaje de control JCL (Job Control Languaje)

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Monitores

Lenguaje de control
JCL (Job Control
Languaje)

Características del
Hardware

Problemas

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

Ejemplo

\$ USER

\$ JOB

\$ FTN

Instrucciones en FORTRAN

\$ LOAD

\$ RUN

Datos

\$ END

Proceso por lotes

Características del Hardware

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Monitores

Lenguaje de control
JCL (Job Control
Language)

Características del
Hardware

Problemas

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

- Protección de memoria:
 - No permite modificar la zona de memoria en la que está el monitor.
- Temporizador:
 - Previene que un solo trabajo monopolice el sistema.
- Instrucciones privilegiadas:
 - Son instrucciones de máquina que sólo pueden ser ejecutadas exclusivamente por el monitor.
- Interrupciones:
 - Capacidad para ceder y retornar el control.

Proceso por lotes

Problemas

- Tiempo de máquina
 - Se desperdicia tiempo en la ejecución del monitor
- Falta de interacción con el proceso:
 - Dificultad para debugging.

9:21	
9:22	
0:00	Auton startd
1:00	Stoped - auton ✓
13:02 13:03 HP-15	{ 1.1.200 9.032 59.3 045 9.217 996 995 49945 13:03 13:04 PPO-2 2.13097645 conv. 2.13087645
14:02	Relay 602 m 033 failed spooler spool test
14:03	In relay
14:04	Relays checked
15:25	Started Cosine-Tape (Sine check)
15:45	Started Multi Header Test
15:45	Relay #70 Panel F (moth) in relay.
16:00	First actual case of bug being found.
16:00	Auton startd
17:00	closed down.

- Ineficiencia en el uso de los recursos del sistema:
 - Procesador: esperas por E/S.
 - Dispositivos: De uno en uno.

Introducción a los Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Monitores

Lenguaje de control

JCL (Job Control

Lenguaje)

Características del

Hardware

Problemas

Mono y

Multiprogramación

Requisitos

Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas modernos

El futuro

Mono y Multiprogramación

Monoprogramación

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Monoprogramación
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

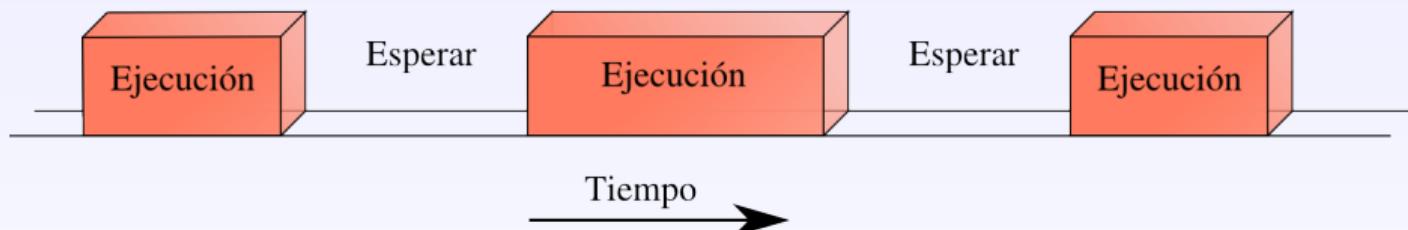
Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

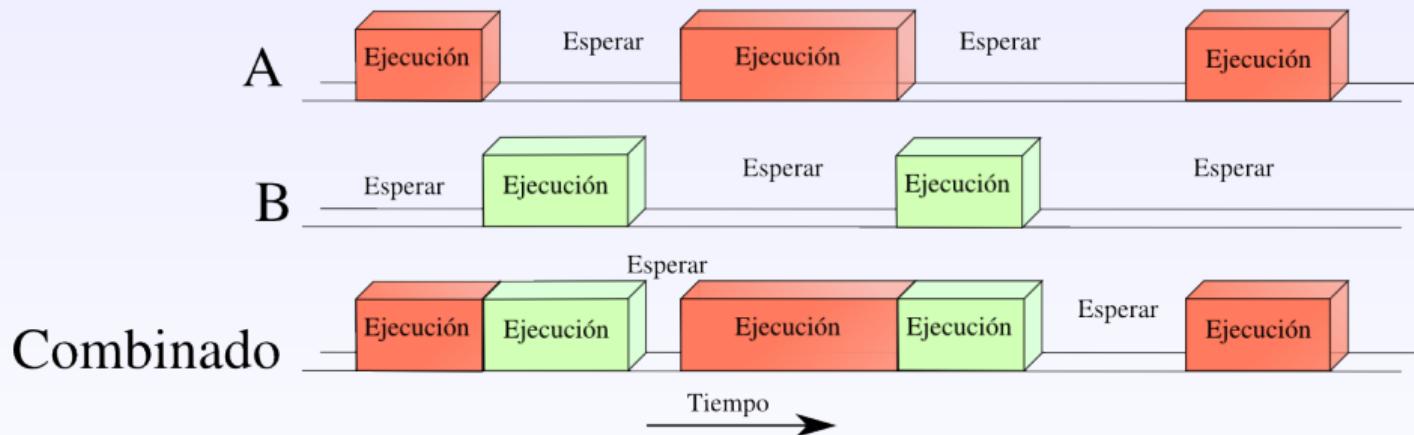
Antes de continuar, el procesador debe esperar hasta que la instrucción de E/S termine



Mono y Multiprogramación

Multiprogramación

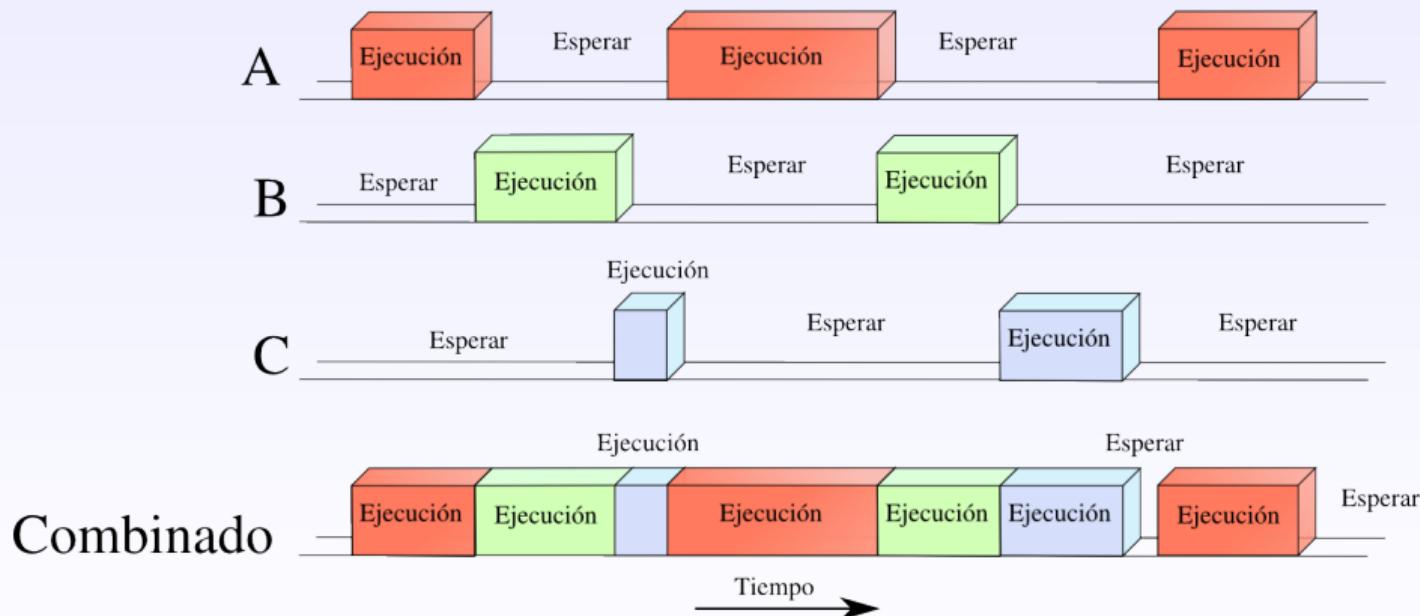
Cuando un trabajo necesite esperar una E/S, el procesador puede cambiar al otro trabajo



Mono y Multiprogramación

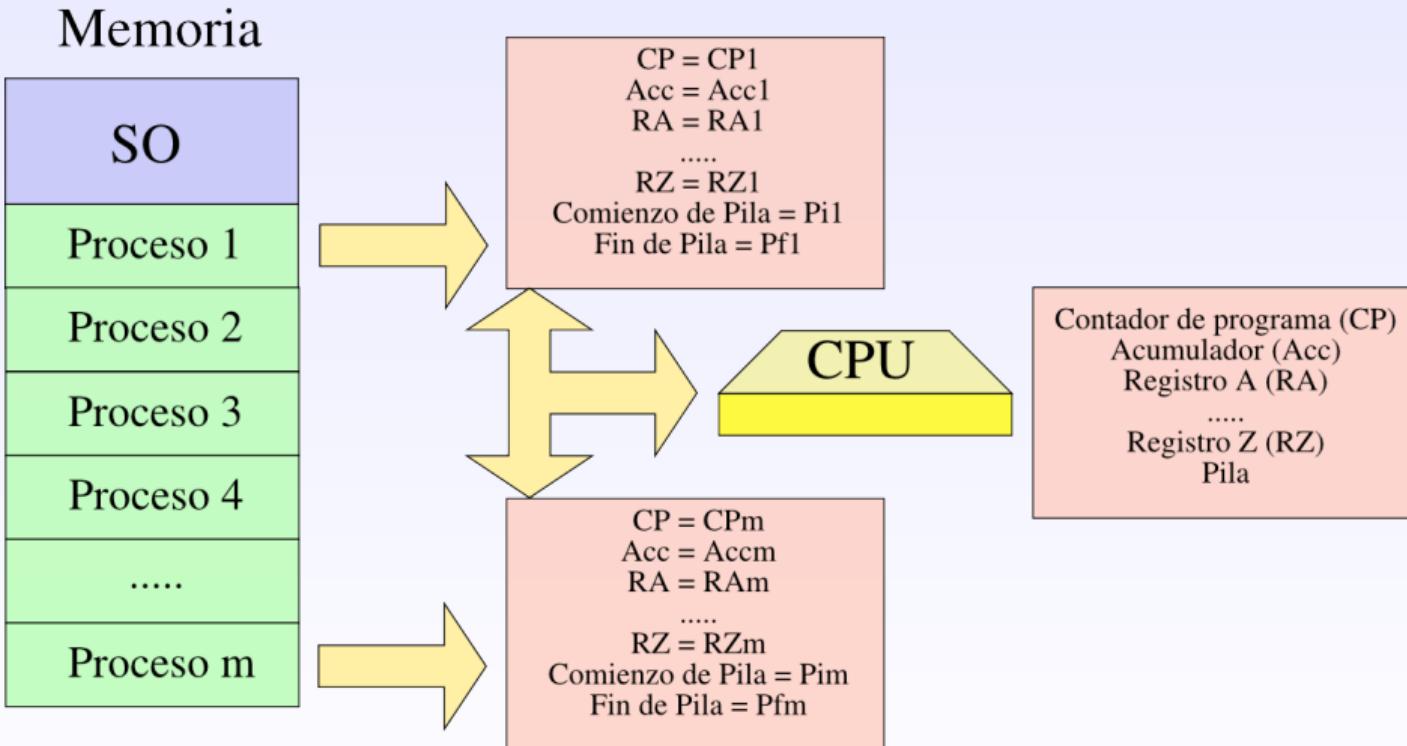
Multiprogramación

El rendimiento mejora con el número de programas ejecutados. Cuando un trabajo necesita esperar una E/S, el procesador puede cambiar a otro trabajo. Se mantiene ocupados a la vez tanto al procesador como a los dispositivos de E/S



Requisitos Multiprogramación

Cambio de contexto



Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Cambio de contexto

Intercambio

Tiempo compartido

Logros principales

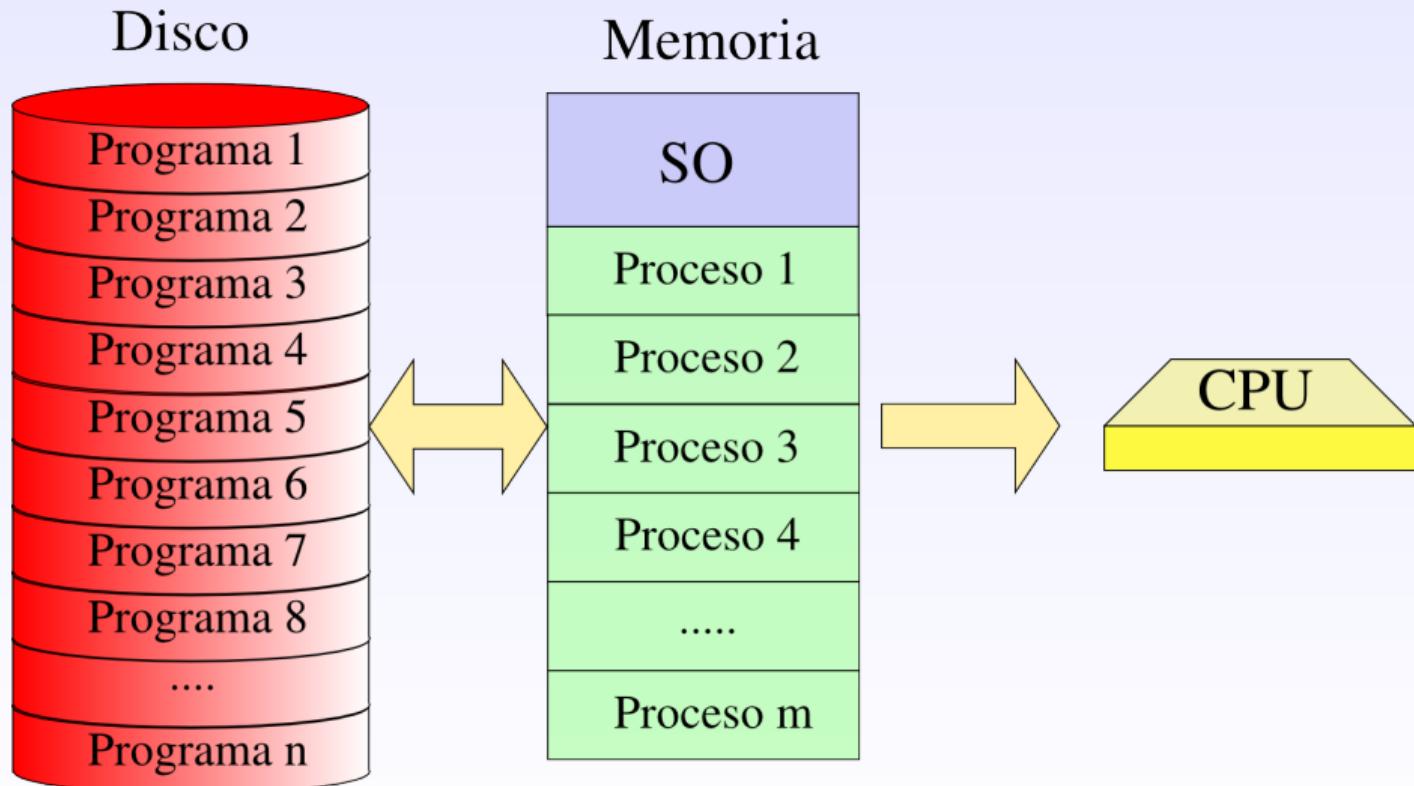
Estructura

SO modernos

El futuro

Requisitos Multiprogramación

Intercambio



Requisitos Multiprogramación

Tiempo compartido

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Cambio de contexto

Intercambio

Tiempo compartido

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

- Utiliza la multiprogramación para gestionar varias tareas interactivas.
- El tiempo del procesador se comparte entre los diversos usuarios.
- Múltiples usuarios acceden simultáneamente al sistema por medio de terminales.

Multiprogramación por lotes frente a tiempo compartido

	Multiprogramación por lotes	Tiempo Compartido
Objetivo principal	Maximizar la utilización del procesador	Minimizar el tiempo de respuesta
Origen de las instrucciones al sistema operativo	Instrucciones de un lenguaje de control de trabajos incluidas en el trabajo	Ordenes dadas en el terminal



Logros principales

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Procesos
Gestión de la
memoria
Seguridad
Recursos
Esquema
Llamadas al sistema

Estructura

SO modernos

El futuro

- ① Los procesos.
- ② La gestión de memoria.
- ③ La seguridad y la protección de la información.
- ④ La planificación y la gestión de recursos.
- ⑤ La estructura del sistema.

Logros principales

Procesos

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Procesos

Gestión de la
memoria

Seguridad

Recursos

Esquema

Llamadas al sistema

Estructura

SO modernos

El futuro

Definición

- Un programa en ejecución.
- Una instancia de un programa funcionando en un computador.
- La entidad que puede ser asignada al procesador y ejecutada por él.
- Una unidad de actividad caracterizada por un sencillo tratamiento de ejecución secuencial, un estado actual, y que tiene asociados un conjunto de recursos del sistema.

Logros principales

Procesos

Problemas

- **Sincronización** incorrecta:

- La sincronización es la capacidad que tienen multiples procesos para coordinar sus actividades mediante el intercambio de información.
- Por ejemplo: asegurarse de que un proceso que espera el dispositivo de E/S reciba la señal.

- Fallos de **exclusión mutua**

- Sólo un proceso puede acceder a un recurso o función en un instante de tiempo.

- **Funcionamiento no determinista** del programa:

- Los resultados de un programa deben depender exclusivamente de su entrada y no de las actividades del resto de los programas que se estén ejecutando en el procesador.
Interferencias.

- **Interbloqueos**

- Dos o más programas pueden estar bloqueados a la espera uno del otro. Dependencia mutua

Logros principales

Procesos

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Procesos

Gestión de la
memoria

Seguridad

Recursos

Esquema

Llamadas al sistema

Estructura

SO modernos

El futuro

Componentes de un proceso

- Un programa ejecutable.
- Los datos asociados necesarios para el programa.
- El contexto de ejecución del programa:
 - Toda la información que el sistema operativo necesita para administrar el proceso.

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Procesos

Gestión de la
memoria

Seguridad

Recursos

Esquema

Llamadas al sistema

Estructura

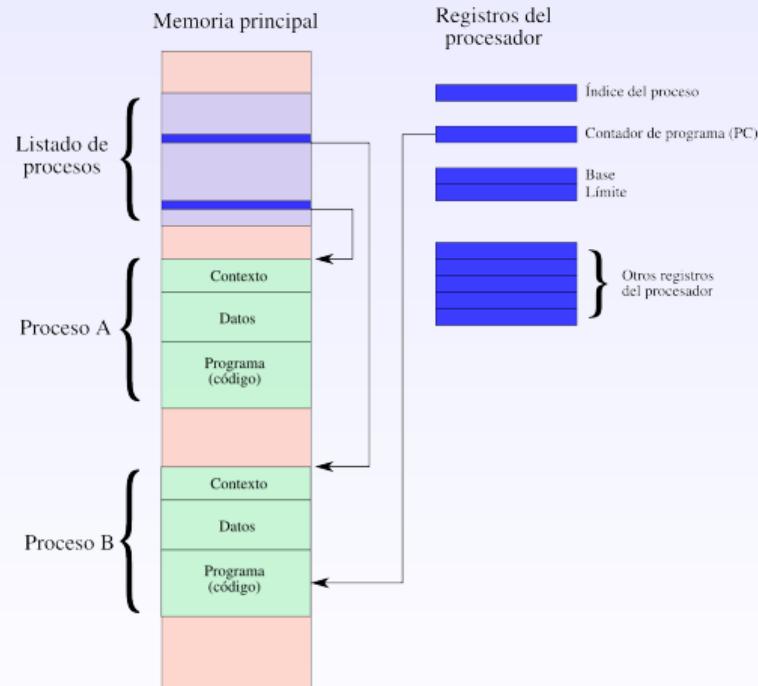
SO modernos

El futuro

Logros principales

Procesos

Implementación típica de los procesos



Logros principales

Gestión de la memoria

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Procesos

Gestión de la
memoria

Seguridad

Recursos

Esquema

Llamadas al sistema

Estructura

SO modernos

El futuro

Funciones

- Aislamiento del proceso.
 - Cada proceso independiente no interfiera ni en los datos ni en las instrucciones de ningún otro proceso
- Asignación y gestión automáticas.
 - Asignación dinámica en la jerarquía de la memoria y transparente para el programador
- Soporte para la programación modular.
 - Tratamiento dinámico de los módulos
- Protección y control de acceso.
 - El S.O. debe permitir que las secciones de memoria estén accesibles de diferentes maneras para los distintos usuarios
- Almacenamiento a largo plazo.
 - Sistema de archivos ≡ Ficheros

Logros principales

Gestión de la memoria

¿Qué es la memoria virtual?

- Permite a los programas direccionar la memoria desde un punto de vista lógico.
 - Se pueden mantener más procesos en la memoria principal
- Releva al usuario de las rígidas restricciones de la memoria principal:
 - Los procesos pueden ser más grande que toda la memoria principal
- Permite a los programas direccionar la memoria desde un punto de vista lógico sin depender del tamaño de la memoria principal

Sistema de paginación

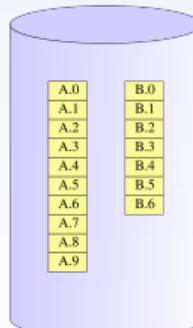
- Permite que los procesos estén formados por varios bloques de tamaño fijo, denominados páginas.
- La dirección virtual está formada por un número de página y un desplazamiento dentro de la página.
- Cada página puede estar ubicada en un lugar cualquiera de la memoria principal.
- La dirección real o dirección física se utiliza en la memoria principal.

Memoria Principal

La memoria principal está formada por un número de marcos de longitud fija del tamaño de una página. Para ejecutar un programa, algunas o todas sus páginas tienen que estar en la memoria principal.

Memoria Secundaria

La memoria secundaria (disco) puede almacenar muchas páginas de longitud fija. Un programa de usuario está formado por varias páginas. Las páginas de todos los programas, incluso los del sistema están en el disco, en forma de archivos.



Logros principales

Gestión de la memoria

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Procesos

**Gestión de la
memoria**

Seguridad

Recursos

Esquema

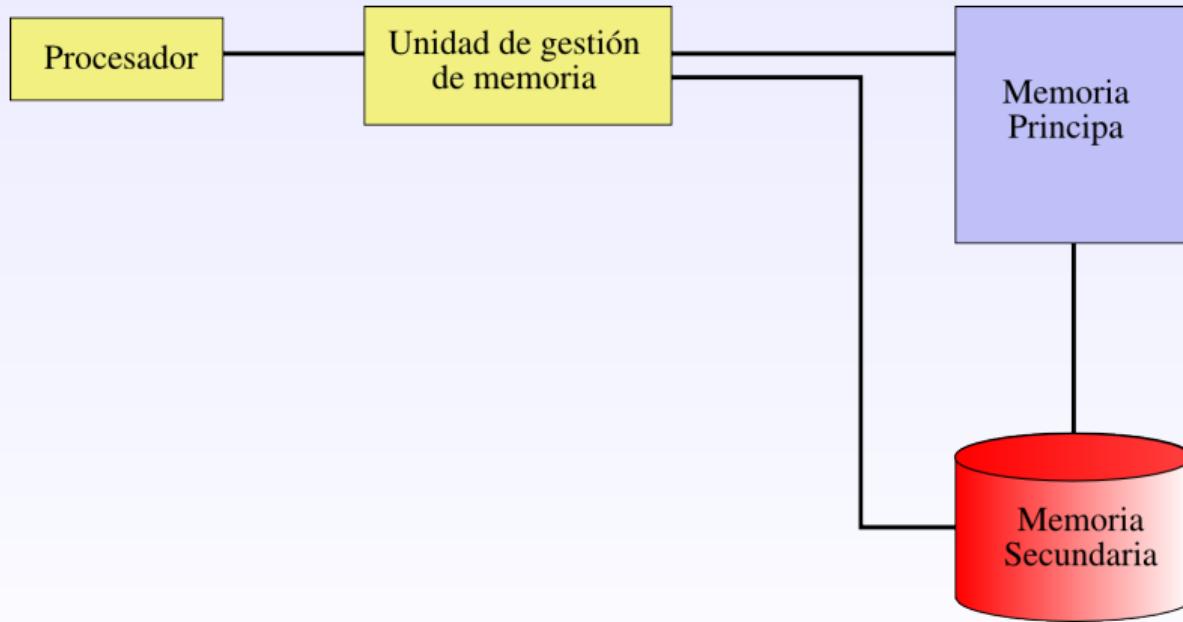
Llamadas al sistema

Estructura

SO modernos

El futuro

Direccionamiento de la memoria virtual



Logros principales

Seguridad

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Procesos

Gestión de la
memoria

Seguridad

Recursos

Esquema

Llamadas al sistema

Estructura

SO modernos

El futuro

- Control de acceso:
 - Regula el acceso del usuario al sistema.
- Control del flujo de información:
 - Regula el flujo de datos dentro del sistema y su distribución a los usuarios.
- Certificación:
 - Demuestra que el acceso y el control del flujo se llevan a cabo de acuerdo con las especificaciones.

Logros principales

Recursos

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Procesos
Gestión de la
memoria
Seguridad

Recursos

Esquema

Llamadas al sistema

Estructura

SO modernos

El futuro

- Equidad:
 - Otorga un acceso igual y equitativo a todos los procesos.
- Sensibilidades diferenciales:
 - Discrimina entre las diferentes clases de trabajos.
- Eficiencia:
 - Maximiza la productividad, minimiza el tiempo de respuesta y aloja a tantos usuarios como sea posible.

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Procesos

Gestión de la
memoria

Seguridad

Recursos

Esquema

Llamadas al sistema

Estructura

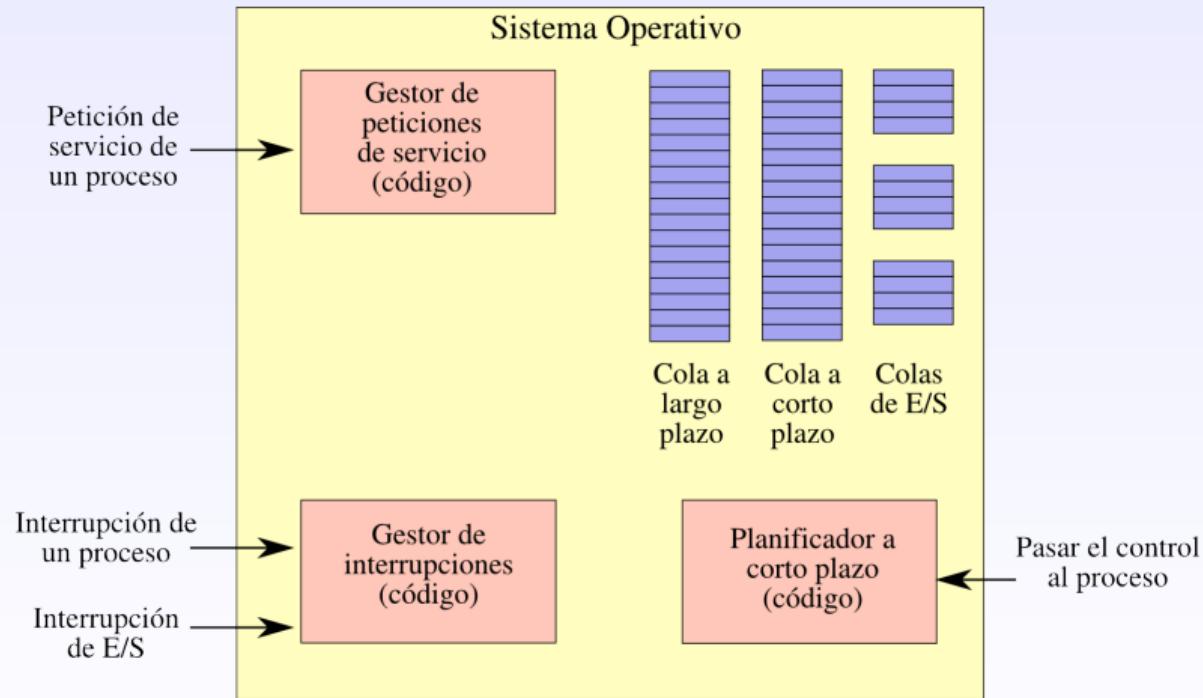
SO modernos

El futuro

Logros principales

Esquema

Elementos necesarios para implementar la multiprogramación

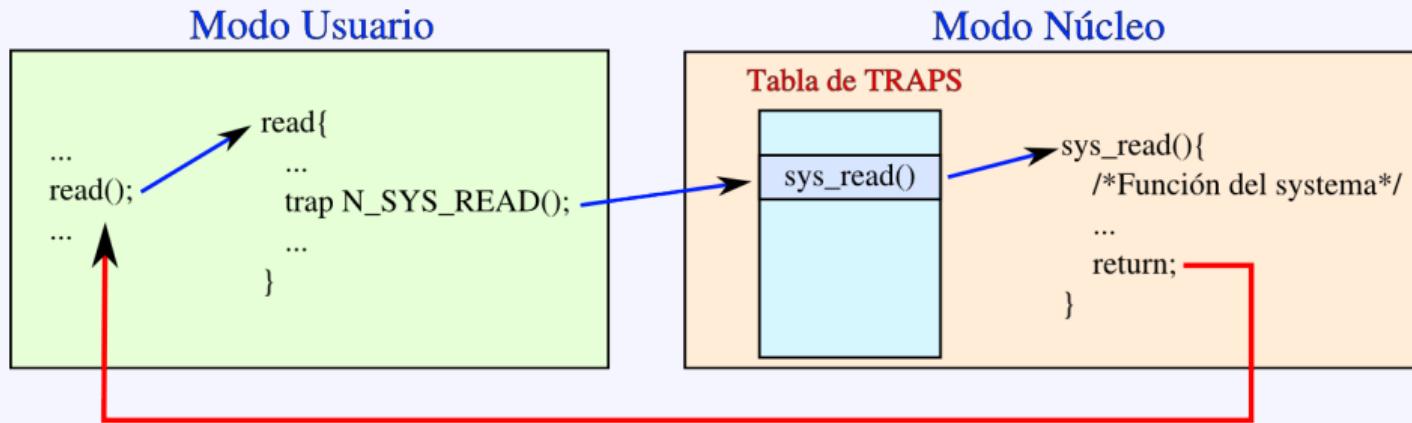


Logros principales

Llamadas al sistema

- Los procesos se comunican con el SO a través de llamadas al sistema
- Cada llamada se corresponde normalmente con un procedimiento que lee los parámetros de la llamada y los pasa al SO, junto con el control, mediante un TRAP. Esta llamada pasa de modo usuario a modo supervisor.

Esquema simplificado



Logros principales

Llamadas al sistema

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Procesos

Gestión de la
memoria

Seguridad

Recursos

Esquema

Llamadas al sistema

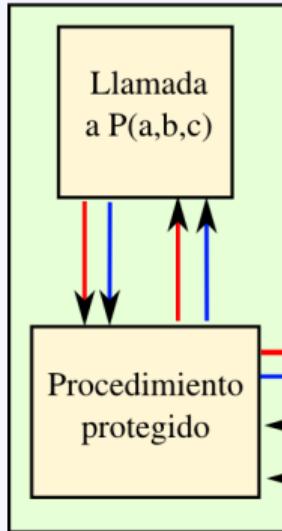
Estructura

SO modernos

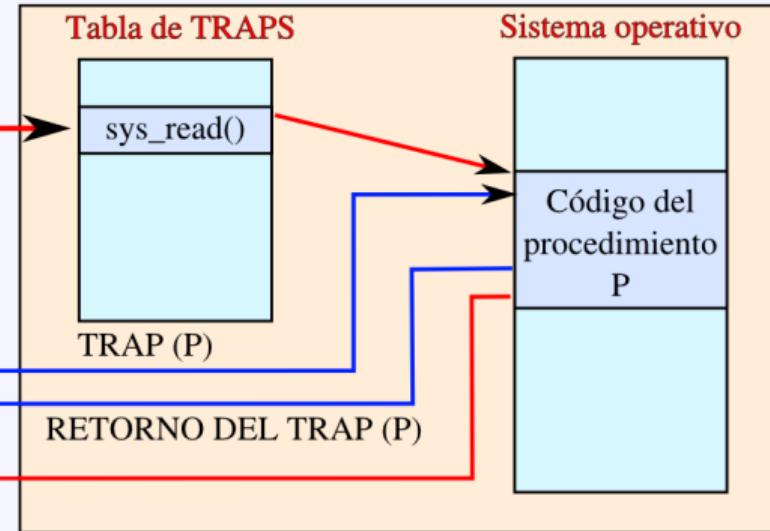
El futuro

Control y datos

Modo Usuario



Modo Núcleo



Datos →
Control →

Estructura

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo

Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro

- Se puede contemplar el sistema como una serie de niveles.
- Cada nivel lleva a cabo un determinado subconjunto de funciones.
- Cada nivel se basa en el nivel inferior para llevar a cabo funciones más primitivas.
- De este modo, se descompone un problema en un número de subproblemas más manejables.



Estructura

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo

Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro

Evolución de las estructuras del sistema

- Sistemas Monolíticos
- Sistemas en Capas
- Máquinas Virtuales
- Sistemas Cliente/Servidor

Estructura Sistemas Monolíticos

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo

Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

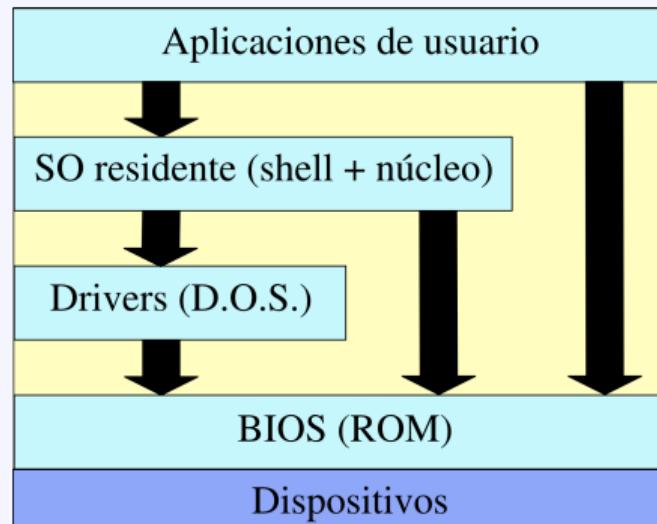
El futuro

- Su estructura (o falta de ella) es la más común (MS-DOS, UNIX).
- El SO es un conjunto de procedimientos que pueden llamarse mutuamente.
- No hay modos usuario/núcleo (el hardware no lo permite).
- PROBLEMAS: No hay ocultación de datos y es difícil de modificar y depurar.

Estructura Sistemas Monolíticos

D.O.S.

MS-DOS nació con limitaciones de espacio (memoria), tiempo de desarrollo y hardware (8088 no tenía modo usuario/núcleo ni protección de memoria). Consecuencia: INESTABILIDAD (corrupción de procesos y dispositivos). Compilación individual/enlace en un único objeto.



Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo

Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro

Estructura Sistemas Monolíticos

Estructura del UNIX clásico

Aplicaciones de usuario

Intérprete de comandos, librerías y compiladores del sistema

Interfaz entre el shell y el núcleo (kernel)

Manejo de señales, asignación de CPU, sistema de ficheros,
sistema de E/S, swapping, paginación, drivers de terminal,
drivers de disco, memoria virtual

Interfaz entre el kernel y el hardware

Controladores y dispositivos físicos

Estructura Sistemas Monolíticos

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo

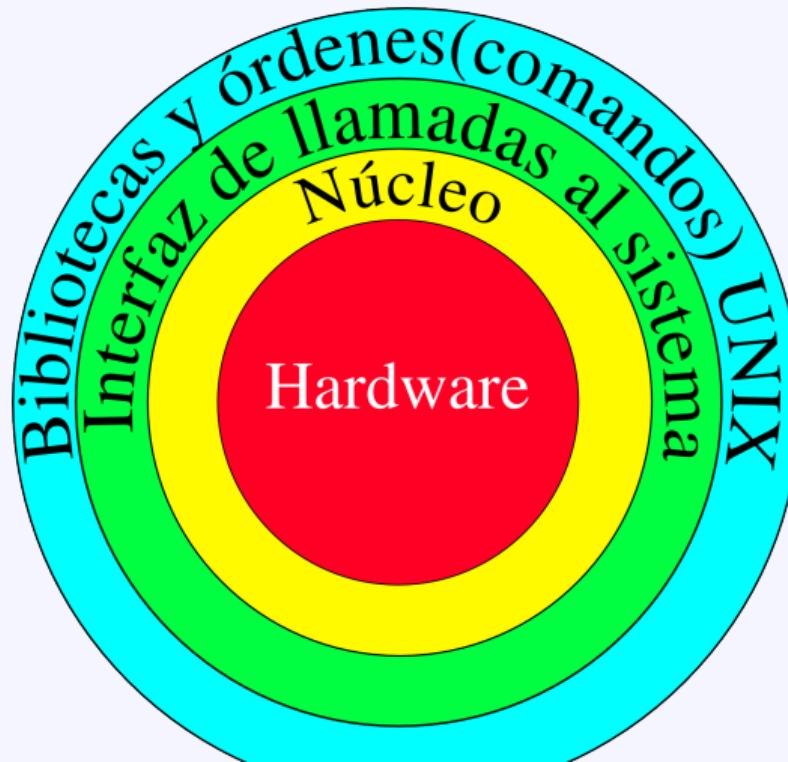
Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

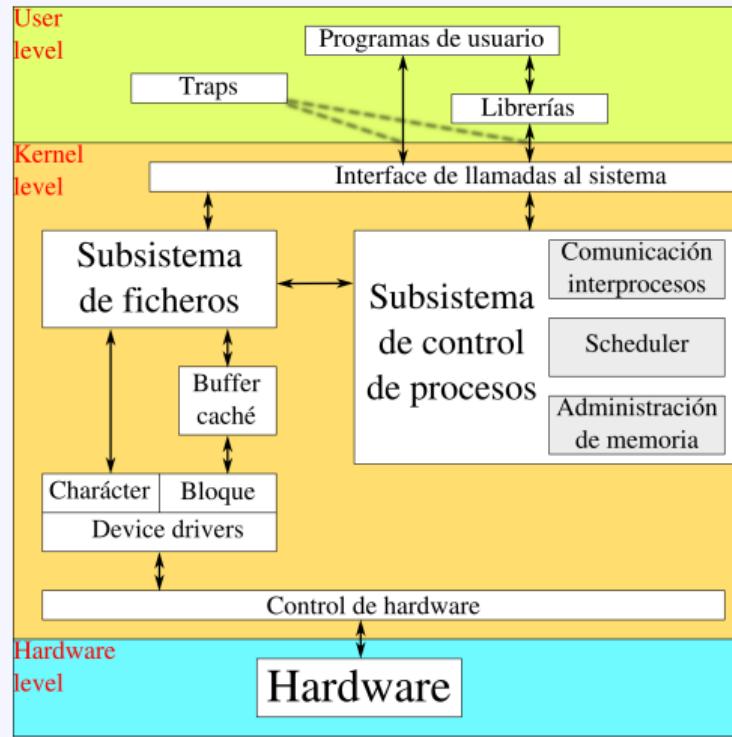
El futuro

Estructura del UNIX clásico



Estructura Sistemas Monolíticos

Estructura del UNIX clásico



Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo

Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro

Estructura

Sistema por capas

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo

Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro

- El S.O. se organiza en una jerarquía de capas, cada una cimentada en la que está abajo.
- El sistema en capas es una ayuda para el diseño ⇒ todas las partes del sistema se enlazan en un solo programa objeto.
- **Problema:** distribución de tareas en capas, baja eficiencia
- **Solución:** arquitecturas mixtas (OS/2, NT 4.0)

Estructura Sistema por capas

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

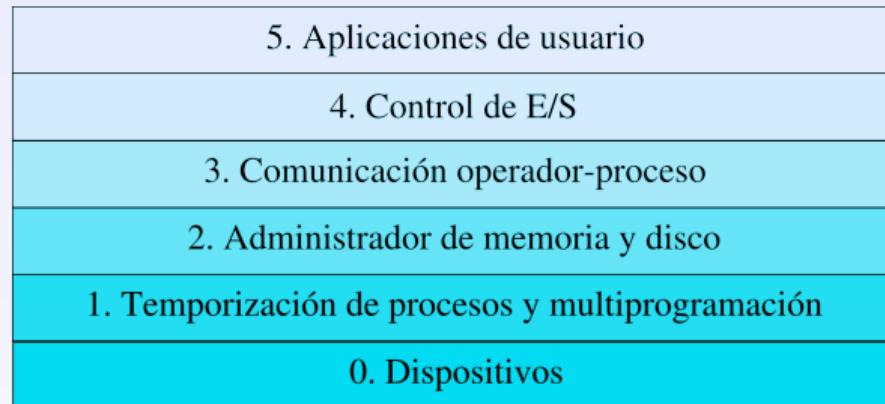
Modelo

Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro



Ejemplo: THE

Problema: distribución de tareas en capas, baja eficiencia

Solución: arquitecturas mixtas (OS/2, NT 4.0)

Estructura Máquinas Virtuales

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

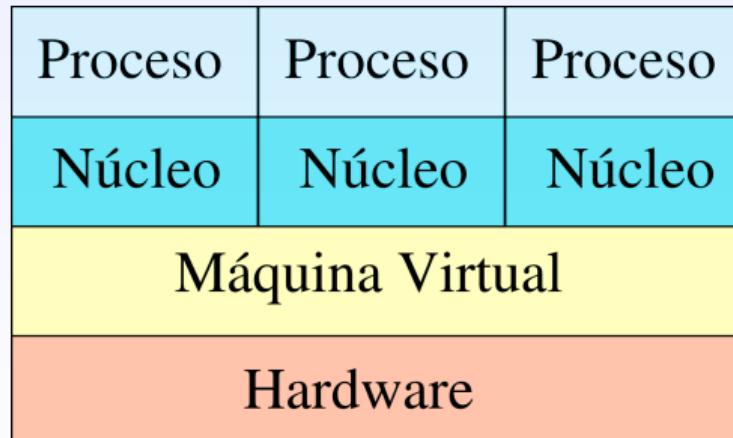
Máquinas Virtuales

Modelo
Cliente-Servidor
Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro

- Extensión del sistema por capas, donde cada proceso tiene la ilusión de estar ejecutándose en un sistema monoprogramado. Ej: IBM VM. La ilusión se consigue mediante el uso de planificación de CPU y de memoria virtual.
- La Máquina virtual proporciona copias exactas del hardware subyacente.
- **Ejemplo:** JAVA Virtual Machine (JVM).



Estructura Máquinas Virtuales

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo
Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro

Ventajas

- El SO (virtual) no tiene problemas de seguridad y protección de recursos compartidos (memoria, disco, periféricos), ya que se ejecuta sobre una máquina (virtual) monoprogramada.
- Coexistencia de distintos SO's sobre un mismo hardware. Por ejemplo, PowerPC incluye una máquina virtual (emulador) del Motorola 68000 que permite ejecutar programas compilados para el M68000.

Desventajas

- Perdida de eficiencia en las “traducciones”.

Estructura Máquinas Virtuales

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo

Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro

Ejemplos

- **Emuladores:** Interpretes software de las instrucciones de la CPU que se simula. Ej: Ejecución de programas para MS-DOS (16 bits) en un pentium (32 bits) o wine para emular Windows sobre Linux.
- **VMWare, virtualbox o Xen:** virtualización de sistemas operativos.
- **JAVA Virtual Machine (JVM):** Máquina virtual de aplicación

Estructura Máquinas Virtuales

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

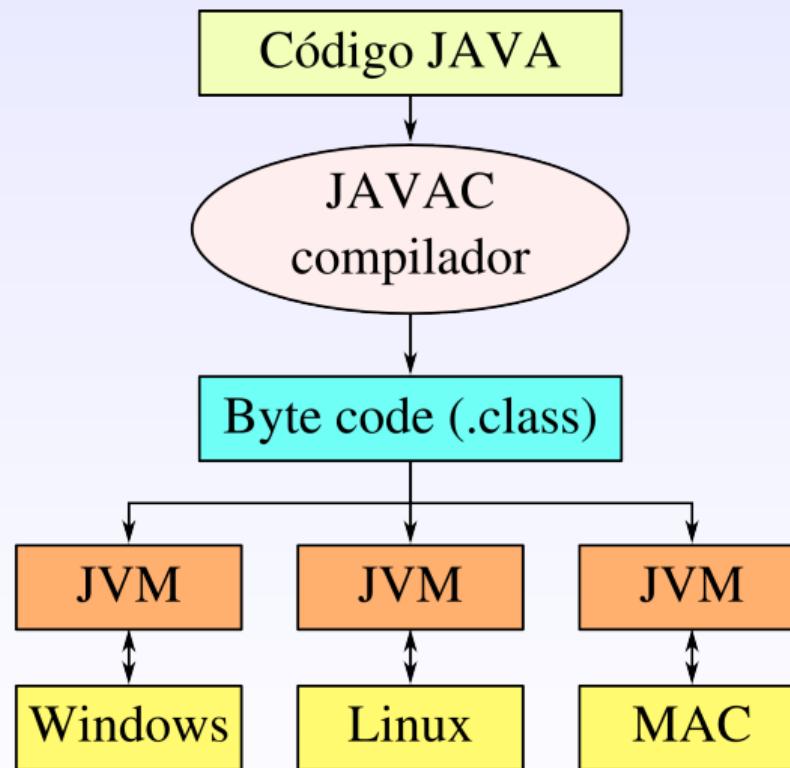
Modelo

Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro



Estructura Máquinas Virtuales

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

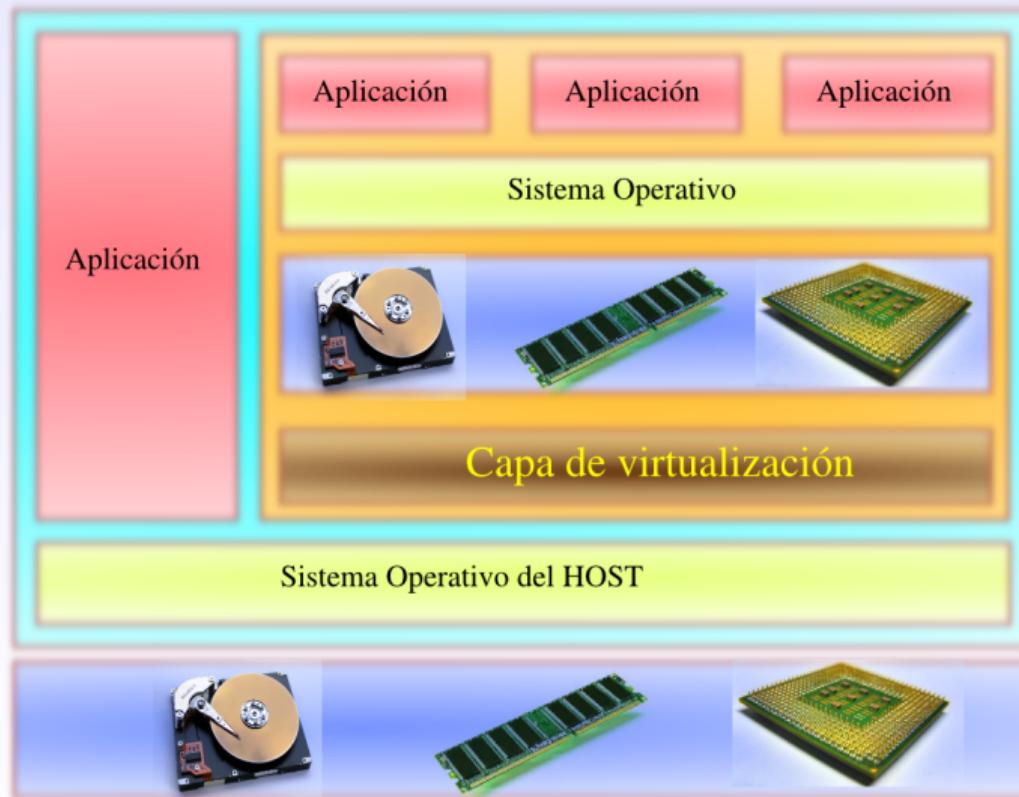
Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo
Cliente-Servidor
Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro



Estructura

Modelo Cliente-Servidor

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

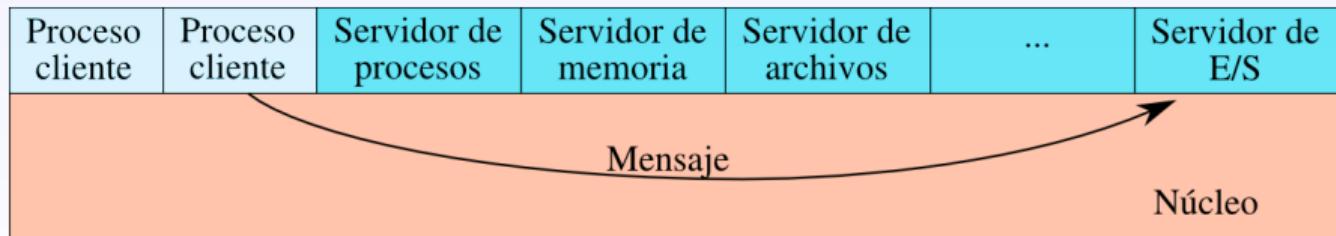
Modelo
Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro

- Simplificación del núcleo, al mover el código correspondiente de algunas funcionalidades a capas superiores.
- Acceso a los servicios mediante mensajes desde los procesos de usuario (clientes) a los procesos que controlan los distintos servicios (servidores) que se ejecutan en modo usuario.
- El núcleo se limita a encauzar los mensajes.
- Ejemplos: UNIX moderno, Linux.

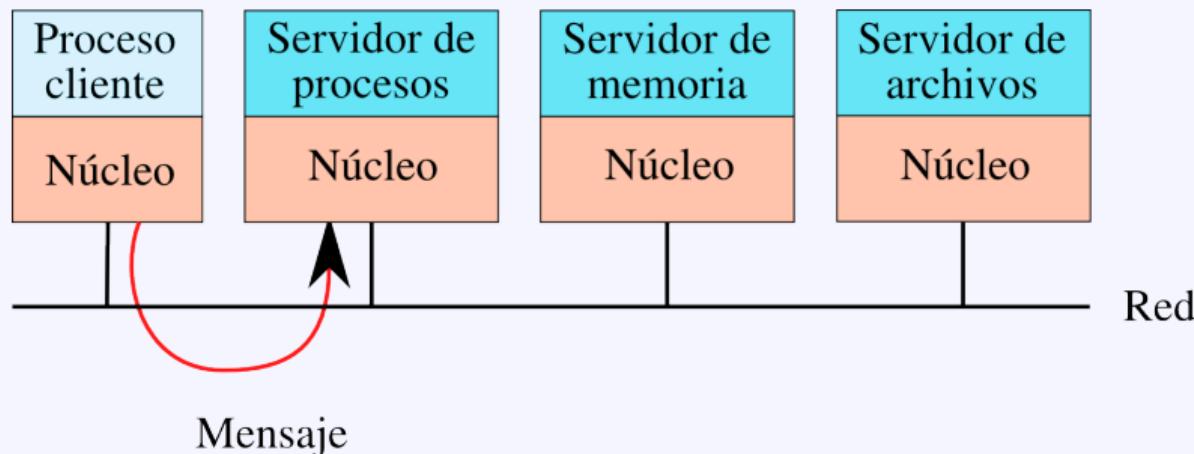


Estructura

Modelo Cliente-Servidor

Ventajas

- Facilidad de mantenimiento, debido a la modularización de los servicios.
- Robustez, al ejecutarse los procesos de servicio en modo usuario: un servicio puede dejar de funcionar sin que todo el sistema tenga que interrumpir.
- Extensión natural del modelo a sistemas distribuidos.



Estructura

Jerarquía de diseño

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo
Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro

Nivel	Nombre	Objetos	Ejemplos de operaciones
13	Shell	Entorno de programación de usuario	Sentencias de un lenguaje de shell
12	Procesos de usuario	Procesos de usuario	Salir, eliminar, suspender, reanudar ...
11	Directorios	Directorios	Crear, destruir, conectar, desconectar, buscar, listar...
10	Dispositivos	Dispositivos externos tales como impresoras, pantallas y teclados.	Abrir, cerrar, leer, escribir ...
9	Sistema de Archivos	Archivos	Crear, destruir, abrir, cerrar, leer, escribir ...
8	Comunicación	Tubos (pipes)	Crear, destruir, abrir, cerrar, leer, escribir ...
7	Memoria virtual	Segmentos, páginas	Leer, escribir, traer (fetch)
6	Almacenamiento	Bloques de datos	Leer, escribir, asignar, liberar secundario local, canales de dispositivos

Estructura

Jerarquía de diseño

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

Sistemas Monolíticos

Sistema por capas

Máquinas Virtuales

Modelo
Cliente-Servidor

Jerarquía de diseño

SO modernos

El futuro

Nivel	Nombre	Objetos	Ejemplos de operaciones
5	Procesos primitivos	Procesos primitivos, semáforos, colas de listos	Suspender, reanudar, esperar, señalizar procesos
4	Interrupciones	Programas de tratamiento de interrupciones	Invocar, enmascarar, desenmascarar, reintentar
3	Procedimientos	Procedimientos, pila de llamadas, visualización	Marcar la pila, llamar, retornar
2	Conjunto de instrucciones	Evaluación de la pila, intérprete de microprogramas, vectores de datos y escalares	Cargar, almacenar, sumar, restar, bifurcar
1	Circuitos electrónicos	Registros, puertas, buses ...	Borrar, transferir, activar, complementar

SO modernos

Arquitectura micronúcleo

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

Arquitectura
micronúcleo

Multihilos

Multiproceso
simétrico (SMP)

Sistema operativo
distribuido

Diseño orientado a
objetos

El futuro

Asigna solamente una pocas funciones esenciales al núcleo:

- Espacios de direcciones.
- Comunicación entre procesos (IPC).
- Planificación básica.
- Gestión de memoria. .
- ...

SO modernos

Multihilo

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

Arquitectura
micronúcleo

Multihilo

Multiproceso
simétrico (SMP)

Sistema operativo
distribuido

Diseño orientado a
objetos

El futuro

El proceso se divide en hilos que pueden ejecutarse concurrentemente:

- Hilo: Unidad de trabajo que se puede expedir para su ejecución. Se ejecuta secuencialmente y es interrumpible.
- Proceso: Un conjunto de uno o más hilos.

SO modernos

Multiproceso simétrico (SMP)

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

Arquitectura
micronúcleo

Multihilo

**Multiproceso
simétrico (SMP)**

Sistema operativo
distribuido

Diseño orientado a
objetos

El futuro

El proceso se divide en hilos que pueden ejecutarse concurrentemente:

- Existencia de múltiples procesadores.
- Estos procesadores comparten la misma memoria principal y dispositivos de E/S.
- Todos los procesadores pueden ejecutar las mismas funciones.

SO modernos

Sistema operativo distribuido

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

Arquitectura
micronúcleo

Multihilos

Multiproceso
simétrico (SMP)

**Sistema operativo
distribuido**

Diseño orientado a
objetos

El futuro

- Proporciona la ilusión de un único espacio de memoria principal y un único espacio de memoria secundaria.
- Utilizado para el sistema de archivos distribuido.

SO modernos

Diseño orientado a objetos

Introducción a los
Sistemas Operativos

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

Arquitectura
micronúcleo

Multihilos

Multiproceso
simétrico (SMP)

Sistema operativo
distribuido

Diseño orientado a
objetos

El futuro

- Añade extensiones modulares a un pequeño núcleo.
- Permite a los programadores personalizar un sistema operativo sin romper la integridad del sistema.

El futuro

Definición

Evolución

Proceso en serie

Proceso por lotes

Mono y
Multiprogramación

Requisitos
Multiprogramación

Logros principales

Estructura

SO modernos

El futuro

Es muy difícil predecir el futuro de los sistemas operativos. A modo de ejemplo de predicciones fallidas tenemos:

- “Computers in the future may weigh no more than 1.5 tons” (los ordenadores del futuro no pesarán más de 1 tonelada y media) Popular Mechanics (1949).
- “I think there is a world market for maybe five computers” (me parece que la demanda mundial de ordenadores será de no más de 5 máquinas). Thomas Watson. CEO de IBM (1943).
- “640K ought to be enough for anybody” (640K -de memoria- deberían ser suficientes para cualquiera) Bill Gates (1981).



Elementos básicos de
un S.I.

Registros del
procesador

Ciclo básico de
instrucción

Interrupciones

Multiprogramación

Parte II

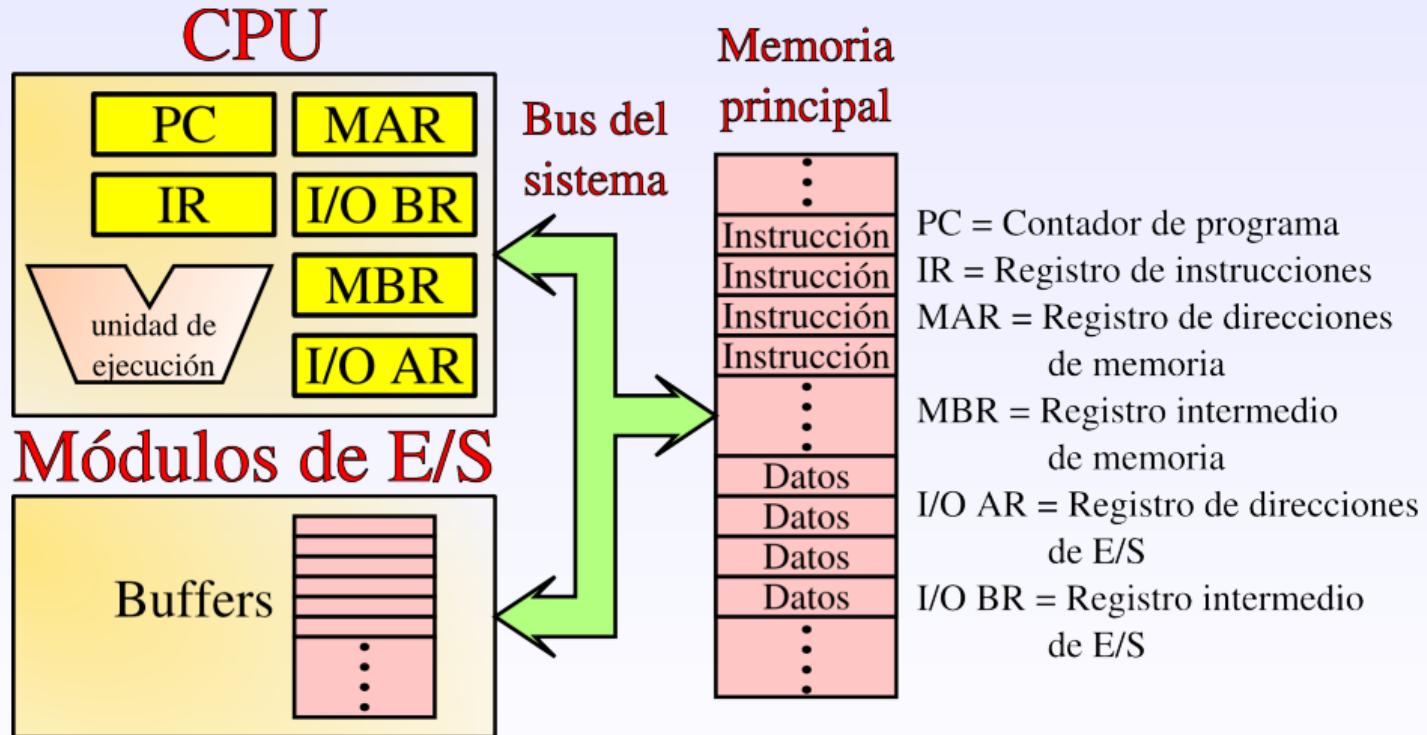
Introducción a los sistemas informáticos

Elementos básicos de un S.I.

- Procesador (CPU cuando sólo hay uno)
- Memoria principal
 - Almacena datos y programas
 - Es la memoria real o memoria primaria
 - Volátil
- Módulos E/S: transportan datos entre procesador y ...
 - ... dispositivos de memoria secundaria
 - ... equipos de comunicación
 - ... terminales
- Interconexión de sistemas (buses)
 - Comunicación entre procesadores, memoria principal y módulos E/S

Elementos básicos de un S.I.

Componentes



Registros del procesador

Introducción a los
Sistemas Operativos

Elementos básicos de
un S.I.

Registros del
procesador

Registros visibles al
usuario

Ciclo básico de
instrucción

Interrupciones

Multiprogramación

Visibles al usuario

Permiten al **programador minimizar referencias a memoria principal**, optimizando el uso de estos registros

De control y de estado

- Usados por el **procesador** para controlar las operaciones del procesador
- Usados por las **rutinas del SO** para controlar la ejecución de los programas
- Ej: contador del programa

Registros del procesador

Registros visibles al usuario

Introducción a los
Sistemas Operativos

Elementos básicos de
un S.I.

Registros del
procesador

Registros visibles al
usuario

Ciclo básico de
instrucción

Interrupciones

Multiprogramación

- Pueden ser referenciados mediante lenguaje máquina
- Disponibles para todos los programas (de aplicación y del sistema)
- Tipos de registros
 - Datos
 - Direcciones (de memoria principal)
 - De instrucciones
 - De datos

Registros del procesador

Registros visibles al usuario

Introducción a los
Sistemas Operativos

Elementos básicos de
un S.I.

Registros del
procesador

Registros visibles al
usuario

Ciclo básico de
instrucción

Interrupciones

Multiprogramación

Registros de direcciones (de instrucciones o de datos). Ejemplos:

Registro de índice

Implica sumar un índice a un valor base para obtener la dirección efectiva

Puntero de segmento

Cuando la memoria se divide en segmentos, se referencia mediante referencia al segmento particular + desplazamiento dentro del segmento

Puntero de pila

Apunta a la cima (tope) de la pila

Registros del procesador

Registros visibles al usuario

Registros de control y de estado

Contador del programa (PC)

Contiene la dirección de la instrucción a ser leída

Registro de instrucción (IR)

Contiene la última instrucción leída

Palabra de estado del programa (PSW)

- Contiene información de estado
 - Códigos de condición (flags)
 - Activados por el Hw como resultado de operaciones
 - Programa puede leerlos, pero no modificarlos
 - Ejs: resultado positivo, resultado negativo, cero (zero), desbordamiento (overflow)
 - Bit para habilitar/deshabilitar interrupciones
 - Bit indicando modo supervisor/usuario

Ciclo básico de instrucción

Introducción a los
Sistemas Operativos

Elementos básicos de
un S.I.

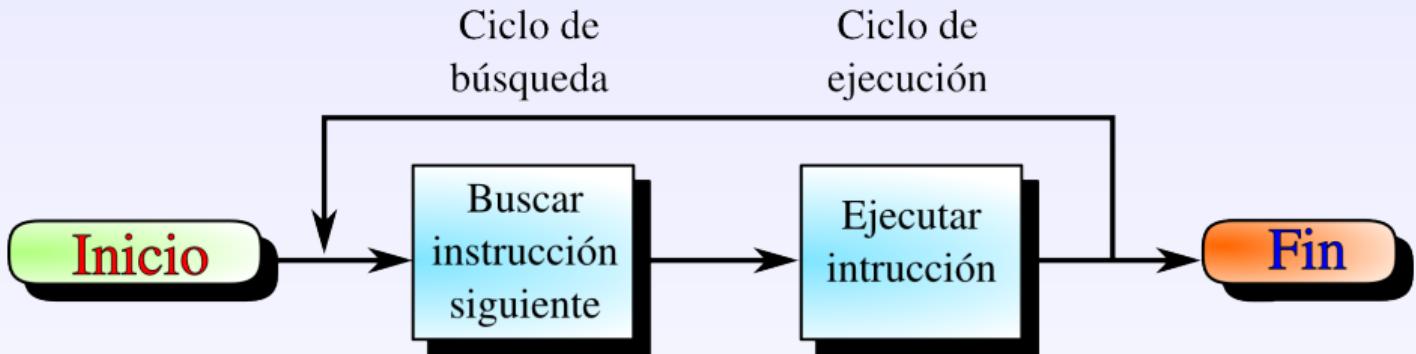
Registros del
procesador

Ciclo básico de
instrucción

Registro de
instrucción (IR)
Ejemplo de ejecución
de programa

Interrupciones

Multiprogramación



- Fase de búsqueda: procesador busca instrucción de memoria
- Contador de programa (PC) mantiene dirección de la siguiente instrucción a leer.
Se incrementa después de cada lectura

Ciclo básico de instrucción

Registro de instrucción (IR)

Introducción a los
Sistemas Operativos

Elementos básicos de
un S.I.

Registros del
procesador

Ciclo básico de
instrucción

Registro de
instrucción (IR)
Ejemplo de ejecución
de programa

Interrupciones

Multiprogramación

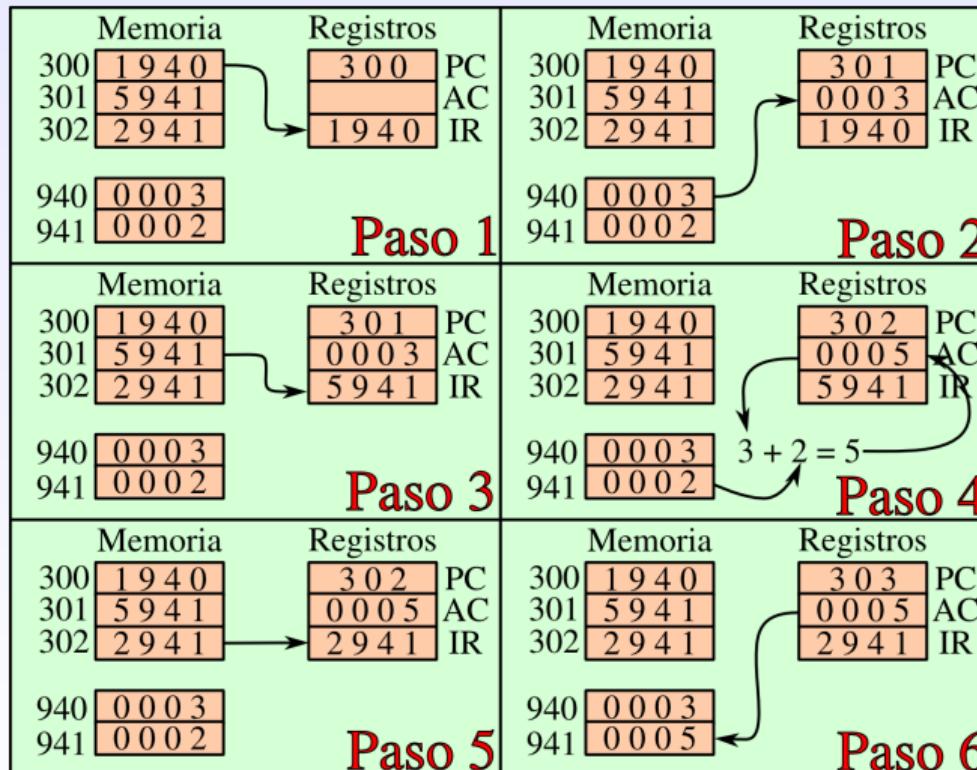
En él se coloca la instrucción leída

Tipos de instrucciones

- Procesador-memoria
 - Se transfieren datos entre ambos (en cualquier dirección)
- Procesador-E/S
 - Se transfieren datos desde o hacia un dispositivo periférico (a través del módulo E/S)
- Tratamiento de datos
 - Operaciones aritméticas o lógicas sobre los datos
- Control
 - Altera la secuencia de la ejecución (saltos)

Ciclo básico de instrucción

Ejemplo de ejecución de programa



Ciclo 1
(lectura + ejecución)

Ciclo 2
(lectura + ejecución)

Ciclo 3
(lectura + ejecución)

Interrupciones

¿Qué son y para qué valen?

- Interrupción de la secuencia normal de ejecución
- Interrupción de un proceso causada por un evento externo al mismo de forma que el proceso podrá ser retomado
- Mejora la eficiencia del procesamiento
- Permite al procesador ejecutar otras instrucciones durante E/S

Tipos de interrupciones

- **De programa**
 - Desbordamiento aritmético
 - División por cero
 - Intento de ejecutar instrucción ilegal
 - Referencia a zona de memoria fuera del espacio de trabajo del usuario
- **De reloj**: para funciones periódicas
- **De E/S**: para indicar normalidad/error
- **Fallo de Hw**: cortes de energía, errores de paridad de memoria, etc.

Interrupciones

Atención a las interrupciones

Introducción a los
Sistemas Operativos

Elementos básicos de
un S.I.

Registros del
procesador

Ciclo básico de
instrucción

Interrupciones

Atención a las
interrupciones
interrupciones
múltiples

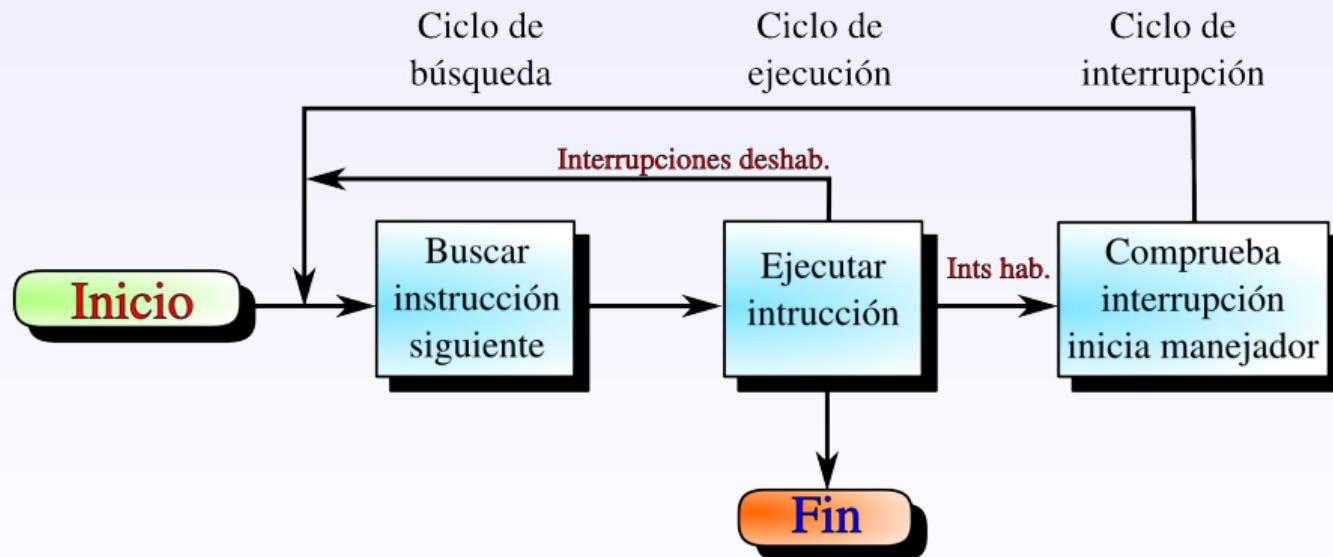
Multiprogramación

- El control se transfiere a este programa
- Determina la naturaleza de la interrupción y realiza las acciones necesarias (detener proceso, ...)
- Generalmente es una rutina parte del SO

Interrupciones

Atención a las interrupciones

- Procesador comprueba si hay interrupciones
- Si no, lee la siguiente instrucción del programa
- Si hay interrupción pendiente, suspende ejecución del programa y ejecuta el manejador de interrupciones

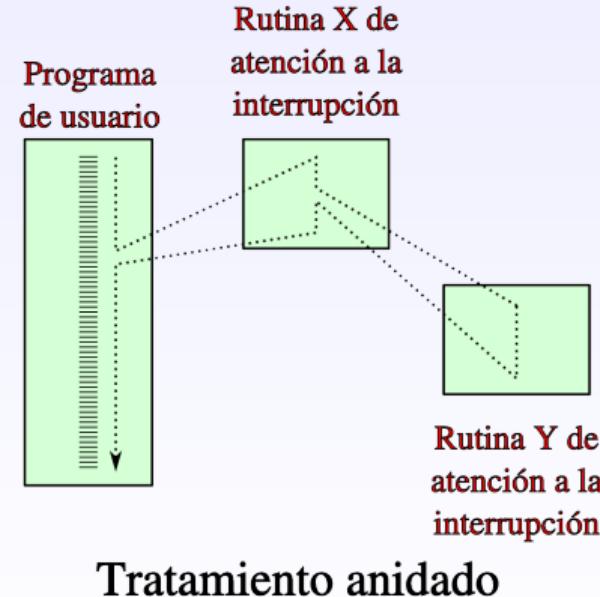
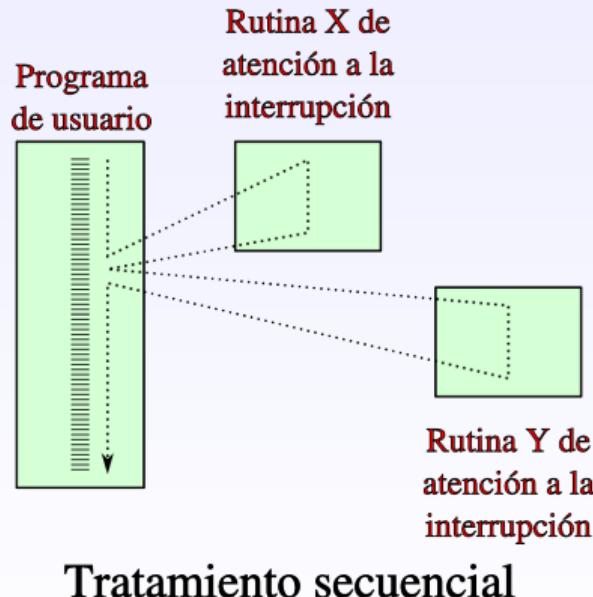


Interrupciones

interrupciones múltiples

Dos posibilidades

- Deshabilitar interrupciones
- Definir prioridades



Interrupciones

interrupciones múltiples

Introducción a los
Sistemas Operativos

Elementos básicos de
un S.I.

Registros del
procesador

Ciclo básico de
instrucción

Interrupciones

Atención a las
interrupciones
múltiples

Multiprogramación

Orden secuencial

- Se deshabilitan interrupciones para que el procesador complete la tarea
- Interrupciones quedan pendientes hasta que el procesador habilita interrupciones
- Cuando el manejador de interrupciones termina, el procesador comprueba si hay interrupciones adicionales antes de retomar la tarea inicial
- Limitación: prioridades o necesidades críticas de tiempo

Prioridades

- Interrupción de mayor prioridad hace esperar a las de menor prioridad
- Provoca la parada del manejador de interrupciones de menor prioridad
- Ejemplo: entrada por línea de comunicaciones, necesita ser procesada rápido para hacer espacio para las siguientes

Multiprogramación

Introducción a los
Sistemas Operativos

Elementos básicos de
un S.I.

Registros del
procesador

Ciclo básico de
instrucción

Interrupciones

Multiprogramación

- Procesador tiene más de un programa a ejecutar
- La secuencia de ejecución de programas depende de su prioridad relativa y de si están esperando E/S
- Después del procesamiento de una interrupción, el control puede no volver al programa que se ejecutaba cuando se recibió la interrupción, sino a otro pendiente de mayor prioridad