

Sistemas Operativos 1

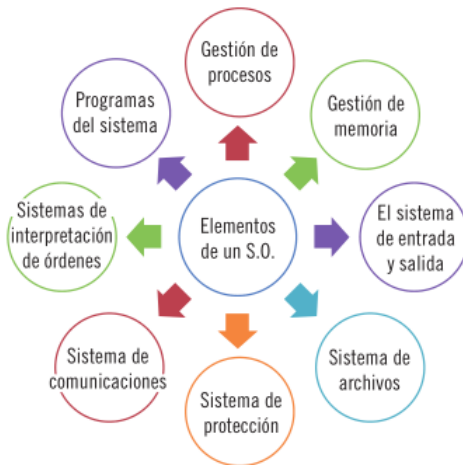
Núcleo de un SO y Procesos

Edwin Salvador

25 de octubre de 2016

Clase 3

Elementos de un SO



Contenido I

1 Núcleo del Sistema operativo

- Tipos

2 Procesos

3 Características de un proceso

- El bloque de control de proceso
- Traza de un proceso

4 Ejecución de instrucciones

- Interrupciones y excepciones
- Llamadas al sistema

Núcleo del Sistema operativo

- Conocido como *kernel*.

Núcleo del Sistema operativo

- Conocido como *kernel*.
- Controla todas las operaciones de los procesos.

Núcleo del Sistema operativo

- Conocido como *kernel*.
- Controla todas las operaciones de los procesos.
- Generalmente, es solo una pequeña parte del SO pero es la más utilizada.

Funciones del núcleo

- Gestionar la memoria

Funciones del núcleo

- Gestionar la memoria
- Administrar el sistema de archivos

Funciones del núcleo

- Gestionar la memoria
- Administrar el sistema de archivos
- Asignar recursos entre los procesos de usuarios

Funciones del núcleo

- Gestionar la memoria
- Administrar el sistema de archivos
- Asignar recursos entre los procesos de usuarios
- Administrar los servicios de E/S

Funciones del núcleo

- Gestionar la memoria
- Administrar el sistema de archivos
- Asignar recursos entre los procesos de usuarios
- Administrar los servicios de E/S
- Cambiar el estado de procesos

Funciones del núcleo

- Gestionar la memoria
- Administrar el sistema de archivos
- Asignar recursos entre los procesos de usuarios
- Administrar los servicios de E/S
- Cambiar el estado de procesos
- Apoyar ciertas funciones de contabilidad del sistema.

Contenido I

- 1 Núcleo del Sistema operativo
 - Tipos
- 2 Procesos
- 3 Características de un proceso
 - El bloque de control de proceso
 - Traza de un proceso
- 4 Ejecución de instrucciones
 - Interrupciones y excepciones
 - Llamadas al sistema

Tipos de núcleo

Monolítico Todas las operaciones privilegiadas en el mismo *super-proceso*.

Tipos de núcleo

Monolítico Todas las operaciones privilegiadas en el mismo *super-proceso*.

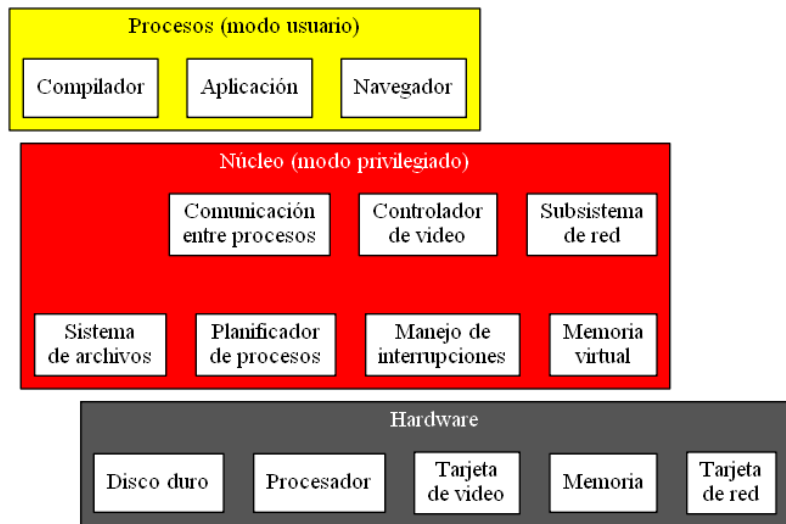
Microkernel Un núcleo con el mínimo posible de funcionalidad, descargando en *procesos especiales* ciertas tareas

Tipos de núcleo

- Monolítico** Todas las operaciones privilegiadas en el mismo *super-proceso*.
- Microkernel** Un núcleo con el mínimo posible de funcionalidad, descargando en *procesos especiales* ciertas tareas
- Híbridos** Sistemas que entran mayormente en una categoría, pero tienen alguna excepción

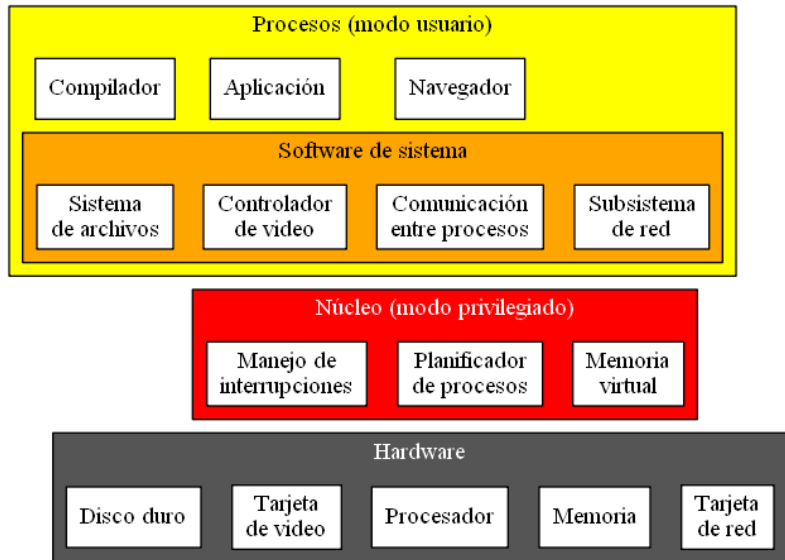
- La mayor parte de los sistemas históricamente
- Más fáciles de diseñar
 - (¡No es lo mismo que *diseño más simple!*)
- Estructuras compartidas directamente entre subsistemas
- Más rápidos (menos *cambios de contexto*)
- Difícil transición a un entorno multiprocesador

Monolíticos: Esquematizando



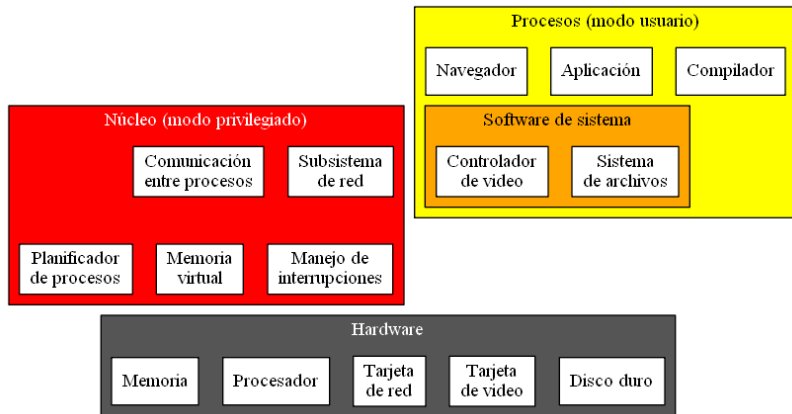
- Se delegan a *espacio usuario* todos los procesos que sea posible
 - p.ej. sistemas de archivos, planificación de procesos, administración de memoria, dispositivos, modelo de seguridad...
- Código resultante *más limpio*
 - Interfaces claras, separación de responsabilidades
 - Seguridad: Verificabilidad, *auto-reparación*
 - Más fácil pasar a multiprocesador
- Más lentos
 - Típicamente basados en *paso de mensajes*
 - Requieren más cambios de contexto
- Más difíciles de implementar correctamente

Microkernel: Esquematizando



- Hay componentes que pueden migrarse limpiamente de un esquema monolítico a uno microkernel
- Pero hay componentes para los cuales dicha tarea resulta muy cara
 - Incluso en sistemas diseñados originalmente como microkernel
- Hoy en día encontraremos concepciones híbridas, con características de ambos

Diseño híbrido: Esquematizando



Contenido I

1 Núcleo del Sistema operativo

- Tipos

2 Procesos

3 Características de un proceso

- El bloque de control de proceso
- Traza de un proceso

4 Ejecución de instrucciones

- Interrupciones y excepciones
- Llamadas al sistema

Definición

Un proceso para un SO en un conjunto de **instrucciones** que atraviesa dinámicamente un conjunto de **estados** y le solicita al sistema los **recursos** que le son necesarios para funcionar.

Definición

Un proceso para un SO en un conjunto de **instrucciones** que atraviesa dinámicamente un conjunto de **estados** y le solicita al sistema los **recursos** que le son necesarios para funcionar.

- El SO planifica y gestiona los procesos para conseguir que su utilización sea lo más óptima posible.

Definición

Un proceso para un SO en un conjunto de **instrucciones** que atraviesa dinámicamente un conjunto de **estados** y le solicita al sistema los **recursos** que le son necesarios para funcionar.

- El SO planifica y gestiona los procesos para conseguir que su utilización sea lo más óptima posible.
- Tenemos varios tipos de procesos y los podemos clasificar en: procesos de usuario y procesos de sistema.

Definición

Un proceso para un SO en un conjunto de **instrucciones** que atraviesa dinámicamente un conjunto de **estados** y le solicita al sistema los **recursos** que le son necesarios para funcionar.

- El SO planifica y gestiona los procesos para conseguir que su utilización sea lo más óptima posible.
- Tenemos varios tipos de procesos y los podemos clasificar en: procesos de usuario y procesos de sistema.
- **Procesos de usuario** aquel creado por el sistema operativo como respuesta a una acción del usuario o de una aplicación ejecutada por este.

Definición

Un proceso para un SO en un conjunto de **instrucciones** que atraviesa dinámicamente un conjunto de **estados** y le solicita al sistema los **recursos** que le son necesarios para funcionar.

- El SO planifica y gestiona los procesos para conseguir que su utilización sea lo más óptima posible.
- Tenemos varios tipos de procesos y los podemos clasificar en: procesos de usuario y procesos de sistema.
- **Procesos de usuario** aquel creado por el sistema operativo como respuesta a una acción del usuario o de una aplicación ejecutada por este.
- **Procesos de sistema** forman parte del propio SO y desempeña alguna de sus características. Ej. la elección del siguiente proceso a ejecutar o bien acceder a un recurso de E/S.

¿Cuándo es proceso? ¿Cuando es programa?

Programa Una lista de instrucciones a seguir, una *entidad pasiva*

Proceso *Entidad activa* que:

- *Emplea* al programa
- Típicamente opera sobre un *conjunto de datos*
- Tiene *información de estado* que indica, entre otras cosas, en qué punto va la ejecución.

¿Cuándo es proceso? ¿Cuándo es tarea?

Tarea Equivalente a un proceso en un *sistema por lotes*; requiere típicamente menos metainformación.

La distinción proceso-tarea no es del todo clara u objetiva.

Hay textos que emplean uno u otro término indistintamente

Nosotros emplearemos siempre el término *proceso*.

La ilusión de la concurrencia

- Un sistema actual nos da la *ilusión* de ejecución simultánea de muchos procesos
- La realidad: Casi todos están suspendidos, esperando que los active el planificador
- En un momento dado sólo puede estarse ejecutando un número de procesos igual o menor al número de CPUs que tenga el sistema.
- Esa ilusión tiene grandes costos. . . Especialmente pensando con suficiente velocidad

Contenido I

1 Núcleo del Sistema operativo

- Tipos

2 Procesos

3 Características de un proceso

- El bloque de control de proceso
- Traza de un proceso

4 Ejecución de instrucciones

- Interrupciones y excepciones
- Llamadas al sistema

Elementos que caracterizan a un proceso

Un proceso tiene algunos elementos que lo caracterizan:

- **Identificador:** un identificador único asociado al proceso para distinguirlo del resto.

Elementos que caracterizan a un proceso

Un proceso tiene algunos elementos que lo caracterizan:

- **Identificador:** un identificador único asociado al proceso para distinguirlo del resto.
- **Estado:** Puede estar en diferentes estados. Si está actualmente corriendo entonces será *en ejecución*. Veremos los posibles estados más adelante.

Elementos que caracterizan a un proceso

Un proceso tiene algunos elementos que lo caracterizan:

- **Identificador:** un identificador único asociado al proceso para distinguirlo del resto.
- **Estado:** Puede estar en diferentes estados. Si está actualmente corriendo entonces será *en ejecución*. Veremos los posibles estados más adelante.
- **Prioridad:** Una prioridad relativa al resto de procesos para determinar cuando debe ser ejecutado.

Elementos que caracterizan a un proceso

Un proceso tiene algunos elementos que lo caracterizan:

- **Identificador:** un identificador único asociado al proceso para distinguirlo del resto.
- **Estado:** Puede estar en diferentes estados. Si está actualmente corriendo entonces será *en ejecución*. Veremos los posibles estados más adelante.
- **Prioridad:** Una prioridad relativa al resto de procesos para determinar cuando debe ser ejecutado.
- **Contador de programa (PC):** Indica la dirección de la siguiente instrucción que debe ejecutarse.

Elementos que caracterizan a un proceso

Un proceso tiene algunos elementos que lo caracterizan:

- **Identificador:** un identificador único asociado al proceso para distinguirlo del resto.
- **Estado:** Puede estar en diferentes estados. Si está actualmente corriendo entonces será *en ejecución*. Veremos los posibles estados más adelante.
- **Prioridad:** Una prioridad relativa al resto de procesos para determinar cuando debe ser ejecutado.
- **Contador de programa (PC):** Indica la dirección de la siguiente instrucción que debe ejecutarse.
- **Punteros a memoria:** Los punteros al código de programa y los datos asociados al proceso además de los bloques de memoria compartidos con otros procesos.

Elementos que caracterizan a un proceso

- **Datos de contexto:** los datos presentes en los registros del procesador cuando el proceso está corriendo.

Elementos que caracterizan a un proceso

- **Datos de contexto:** los datos presentes en los registros del procesador cuando el proceso está corriendo.
- **Información de estado de E/S:** incluye los dispositivos E/S asignados al proceso, las peticiones de E/S pendientes, lista de ficheros en uso por el proceso, etc.

Elementos que caracterizan a un proceso

- **Datos de contexto:** los datos presentes en los registros del procesador cuando el proceso está corriendo.
- **Información de estado de E/S:** incluye los dispositivos E/S asignados al proceso, las peticiones de E/S pendientes, lista de ficheros en uso por el proceso, etc.
- **Información de auditoría:** la cantidad de tiempo de procesador y tiempo de reloj utilizados por el proceso.

Contenido I

- 1 Núcleo del Sistema operativo
 - Tipos
- 2 Procesos
- 3 Características de un proceso
 - El bloque de control de proceso
 - Traza de un proceso
- 4 Ejecución de instrucciones
 - Interrupciones y excepciones
 - Llamadas al sistema

El Bloque de control de proceso (BCP)

- Todos los elementos de la lista anterior son almacenados en una estructura de datos llamada **bloque de control de proceso (BCP)**.
- El BCP es creado y gestionado por el SO y contiene información suficiente para que el proceso pueda ser interrumpido y luego se lo pueda restaurar como si no hubiera existido ninguna interrupción.
- Es gracias al BCP que el SO puede soportar la **multiprogramación**.
- En un computador monoprocesador solo un proceso puede estar en estado *en ejecución* en un instante determinado.

Identificador
Estado
Prioridad
Contador de programa
Punteros de memoria
Datos de contexto
Información de estado de E/S
Información de auditoría
⋮

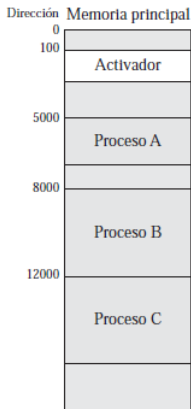
Contenido I

- 1 Núcleo del Sistema operativo
 - Tipos
- 2 Procesos
- 3 Características de un proceso
 - El bloque de control de proceso
 - Traza de un proceso
- 4 Ejecución de instrucciones
 - Interrupciones y excepciones
 - Llamadas al sistema

- Se puede caracterizar el comportamiento de un proceso, listando su secuencia de instrucciones ejecutadas. A esta lista se la conoce como **traza** del proceso.

- Se puede caracterizar el comportamiento de un proceso, listando su secuencia de instrucciones ejecutadas. A esta lista se la conoce como **traza** del proceso.
- Se puede observar el comportamiento de un procesador mostrando como las trazas de varios procesos se entrelazan.

Ilustración de trazas y trazas combinadas



5000	8000	12000
5001	8001	12001
5002	8002	12002
5003	8003	12003
5004		12004
5005		12005
5006		12006
5007		12007
5008		12008
5009		12009
5010		12010
5011		12011
(a) Trazas del Proceso A	(b) Trazas del Proceso B	(c) Trazas del Proceso C

5000 = Dirección de comienzo del programa del Proceso A.
8000 = Dirección de comienzo del programa del Proceso B.
12000 = Dirección de comienzo del programa del Proceso C.

Activador: Intercambia el procesador de un proceso a otro.

Contador de programa: indica la dirección de la siguiente instrucción a ejecutar.

Ilustración de trazas y trazas combinadas

1	5000			27	12004	
2	5001			28	12005	
3	5002					
4	5003			29	100	Temporización
5	5004			30	101	
6	5005			31	102	
				32	103	
7	100	Temporización		33	104	
8	101			34	105	
9	102			35	5006	
10	103			36	5007	
11	104			37	5008	
12	105			38	5009	
13	8000			39	5010	
14	8001			40	5011	
15	8002					
16	8003			41	100	Temporización
				42	101	
17	100	Petición de E/S		43	102	
18	101			44	103	
19	102			45	104	
20	103			46	105	
21	104			47	12006	
22	105			48	12007	
23	12000			49	12008	
24	12001			50	12009	
25	12002			51	12010	
26	12003			52	12011	
						Temporización

100 = Dirección de comienzo del programa activador.

Las zonas sombreadas indican la ejecución del proceso de activación;

la primera y la tercera columna cuentan ciclos de instrucciones;

la segunda y la cuarta columna las direcciones de las instrucciones que se ejecutan

Contenido I

- 1 Núcleo del Sistema operativo
 - Tipos
- 2 Procesos
- 3 Características de un proceso
 - El bloque de control de proceso
 - Traza de un proceso
- 4 Ejecución de instrucciones
 - Interrupciones y excepciones
 - Llamadas al sistema

Ejecución de instrucciones

Ciclos de instrucción

- El procesamiento de una instrucción se denomina **ciclo de instrucción**

Ejecución de instrucciones

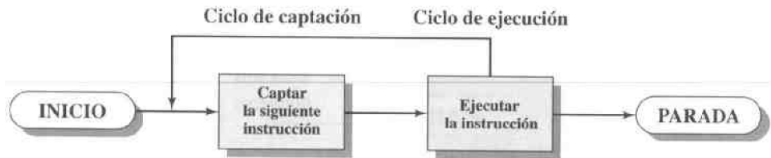
Ciclos de instrucción

- El procesamiento de una instrucción se denomina **ciclo de instrucción**
- Este consta de dos etapas: **ciclo de captación** y **ciclo de ejecución**.

Ejecución de instrucciones

Ciclos de instrucción

- El procesamiento de una instrucción se denomina **ciclo de instrucción**
- Este consta de dos etapas: **ciclo de captación** y **ciclo de ejecución**.
- La ejecución de un programa solo se detiene si la máquina se desconecta, se produce algún error *irrecuperable* o ejecuta una instrucción del programa que lo detiene.



Ejecución de instrucciones

- El procesador capta la instrucción y el contador de programa (PC) aumenta secuencialmente. (instrucción en posición 300 seguirá 301, 302)

Ejecución de instrucciones

- El procesador capta la instrucción y el contador de programa (PC) aumenta secuencialmente. (instrucción en posición 300 seguirá 301, 302)
- La instrucción captada se almacena en el registro de instrucción (IR).

Ejecución de instrucciones

- El procesador capta la instrucción y el contador de programa (PC) aumenta secuencialmente. (instrucción en posición 300 seguirá 301, 302)
- La instrucción captada se almacena en el registro de instrucción (IR).
- El procesador interpreta instrucción y puede llevar a cabo una o varias de las siguientes acciones:

Ejecución de instrucciones

- El procesador capta la instrucción y el contador de programa (PC) aumenta secuencialmente. (instrucción en posición 300 seguirá 301, 302)
- La instrucción captada se almacena en el registro de instrucción (IR).
- El procesador interpreta instrucción y puede llevar a cabo una o varias de las siguientes acciones:
 - **Procesador-memoria** datos desde procesador a memoria o viceversa.

Ejecución de instrucciones

- El procesador capta la instrucción y el contador de programa (PC) aumenta secuencialmente. (instrucción en posición 300 seguirá 301, 302)
- La instrucción captada se almacena en el registro de instrucción (IR).
- El procesador interpreta instrucción y puede llevar a cabo una o varias de las siguientes acciones:
 - **Procesador-memoria** datos desde procesador a memoria o viceversa.
 - **Procesador-E/S** datos desde E/S o viceversa.

Ejecución de instrucciones

- El procesador capta la instrucción y el contador de programa (PC) aumenta secuencialmente. (instrucción en posición 300 seguirá 301, 302)
- La instrucción captada se almacena en el registro de instrucción (IR).
- El procesador interpreta instrucción y puede llevar a cabo una o varias de las siguientes acciones:
 - **Procesador-memoria** datos desde procesador a memoria o viceversa.
 - **Procesador-E/S** datos desde E/S o viceversa.
 - **Procesamiento de datos** operaciones aritméticas o lógicas.

Ejecución de instrucciones

- El procesador capta la instrucción y el contador de programa (PC) aumenta secuencialmente. (instrucción en posición 300 seguirá 301, 302)
- La instrucción captada se almacena en el registro de instrucción (IR).
- El procesador interpreta instrucción y puede llevar a cabo una o varias de las siguientes acciones:
 - **Procesador-memoria** datos desde procesador a memoria o viceversa.
 - **Procesador-E/S** datos desde E/S o viceversa.
 - **Procesamiento de datos** operaciones aritméticas o lógicas.
 - **Control** Controla las alteraciones en las secuencias de ejecución de instrucciones.

Contenido I

- 1 Núcleo del Sistema operativo
 - Tipos
- 2 Procesos
- 3 Características de un proceso
 - El bloque de control de proceso
 - Traza de un proceso
- 4 Ejecución de instrucciones
 - Interrupciones y excepciones
 - Llamadas al sistema

El procesador y los *eventos* externos

- El procesador no tiene cómo reaccionar *internamente* a eventos que ocurran en el sistema

El procesador y los *eventos* externos

- El procesador no tiene cómo reaccionar *internamente* a eventos que ocurran en el sistema
- La ejecución es lineal: Avanza por la lista de instrucciones del programa

El procesador y los *eventos* externos

- El procesador no tiene cómo reaccionar *internamente* a eventos que ocurran en el sistema
- La ejecución es lineal: Avanza por la lista de instrucciones del programa
- Lo que permite el manejo de toda la E/S, interactividad, multiprogramación es el mecanismo de ***interrupciones y excepciones***.

Interrupciones y excepciones

Interrupción Todo evento recibido por el sistema, de origen *externo* al flujo de la ejecución

- Actividad en la red
- Teclado o mouse
- Alarma del temporizador
- Datos del disco listos

Excepción Eventos inesperados originados por el flujo del proceso

- División sobre cero
- Instrucción ilegal
- Acceso a memoria no direccionada
- También conocidas como *trampas* (*traps*)

Manejo de interrupciones y excepciones

- Todo *evento* es recibido por el sistema operativo (no por los procesos)

Manejo de interrupciones y excepciones

- Todo *evento* es recibido por el sistema operativo (no por los procesos)
- Cuando ocurre cualquier *evento*, el hardware *lanza una interrupción* que interrumpe el flujo de ejecución

Manejo de interrupciones y excepciones

- Todo *evento* es recibido por el sistema operativo (no por los procesos)
- Cuando ocurre cualquier *evento*, el hardware *lanza una interrupción* que interrumpe el flujo de ejecución
- Rutina de *manejo de interrupciones*

Manejo de interrupciones y excepciones

- Todo *evento* es recibido por el sistema operativo (no por los procesos)
- Cuando ocurre cualquier *evento*, el hardware *lanza una interrupción* que interrumpe el flujo de ejecución
- Rutina de *manejo de interrupciones*
 - Grabar estado del proceso desplazado y *cambiar contexto*

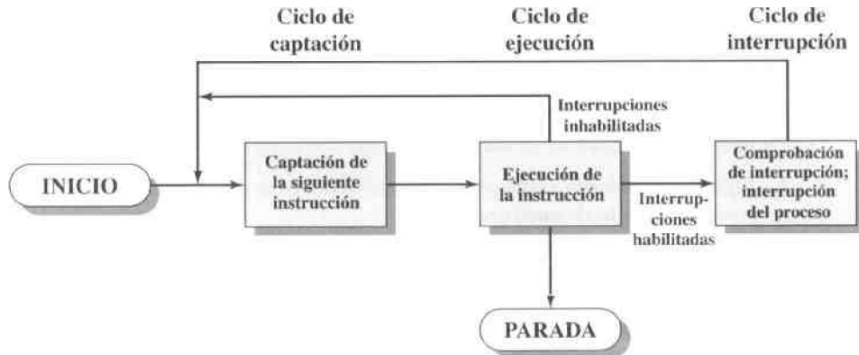
Manejo de interrupciones y excepciones

- Todo *evento* es recibido por el sistema operativo (no por los procesos)
- Cuando ocurre cualquier *evento*, el hardware *lanza una interrupción* que interrumpe el flujo de ejecución
- Rutina de *manejo de interrupciones*
 - Grabar estado del proceso desplazado y *cambiar contexto*
 - Atender la interrupción en *modo privilegiado* (¡el menor tiempo posible!)

Manejo de interrupciones y excepciones

- Todo *evento* es recibido por el sistema operativo (no por los procesos)
- Cuando ocurre cualquier *evento*, el hardware *lanza una interrupción* que interrumpe el flujo de ejecución
- Rutina de *manejo de interrupciones*
 - Grabar estado del proceso desplazado y *cambiar contexto*
 - Atender la interrupción en *modo privilegiado* (¡el menor tiempo posible!)
 - Una vez procesada, volver a invocar al *planificador*

Interrupciones



Contenido I

- 1 Núcleo del Sistema operativo
 - Tipos
- 2 Procesos
- 3 Características de un proceso
 - El bloque de control de proceso
 - Traza de un proceso
- 4 Ejecución de instrucciones
 - Interrupciones y excepciones
 - Llamadas al sistema

- De cierto modo análogas/complementarias a las interrupciones

Llamadas al sistema

- De cierto modo análogas/complementarias a las interrupciones
- Mecanismo para que un proceso *solicite un servicio* al sistema operativo

Llamadas al sistema

- De cierto modo análogas/complementarias a las interrupciones
- Mecanismo para que un proceso *solicite un servicio* al sistema operativo
- Cada sistema operativo *expone* un diferente juego de llamadas al sistema a través de su API

Llamadas al sistema

- De cierto modo análogas/complementarias a las interrupciones
- Mecanismo para que un proceso *solicite un servicio* al sistema operativo
- Cada sistema operativo *expone* un diferente juego de llamadas al sistema a través de su API
- Es en buena medida lo que determina la *compatibilidad de código* entre sistemas operativos

Flujo de control en una llamada al sistema

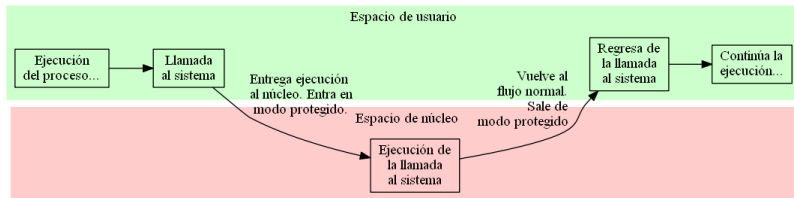


Figura: Transición del flujo entre espacio usuario y espacio núcleo en una llamada al sistema

Tipos de llamadas al sistema (1)

Lista incompleta, meramente ejemplificando

Control de procesos Crear o finalizar un proceso, obtener atributos del proceso, esperar cierto tiempo, asignar o liberar memoria, etc.

Manipulación de archivos Crear, borrar o renombrar un archivo; abrir o cerrar un archivo existente; modificar sus *metadatos*; leer o escribir de un *descriptor de archivo* abierto, etc.

Tipos de llamadas al sistema (2)

Lista incompleta, meramente ejemplificando

Manipulación de dispositivos Solicitar o liberar un dispositivo; leer, escribir o reposicionarlo, y otras varias. Muchas de estas llamadas son análogas a las de manipulación de archivos, y varios sistemas operativos las ofrecen como una sola.

Mantenimiento de la información Obtener o modificar la hora del sistema; obtener detalles acerca de procesos o archivos, etc.

Tipos de llamadas al sistema (3)

Lista incompleta, meramente ejemplificando

Comunicaciones Establecer una comunicación con determinado proceso (local o remoto), aceptar una solicitud de comunicación de otro proceso, intercambiar información sobre un canal establecido

Protección Consultar o modificar la información relativa al acceso de objetos en el disco, otros procesos, o la misma sesión de usuario