

Sistemas Operativos

Grado en Ingeniería Informática del Software

Tema 5: Gestión de E/S

1. Introducción

2. Hardware de E/S

3. Comunicación entre dispositivo y Sistema Operativo

4. Software de E/S

5. Ejemplos de gestión de dispositivos

Los dispositivos de E/S comunican la CPU con:

- El usuario
- Dispositivos de almacenamiento.
- Otras máquinas (dispositivos de comunicaciones)

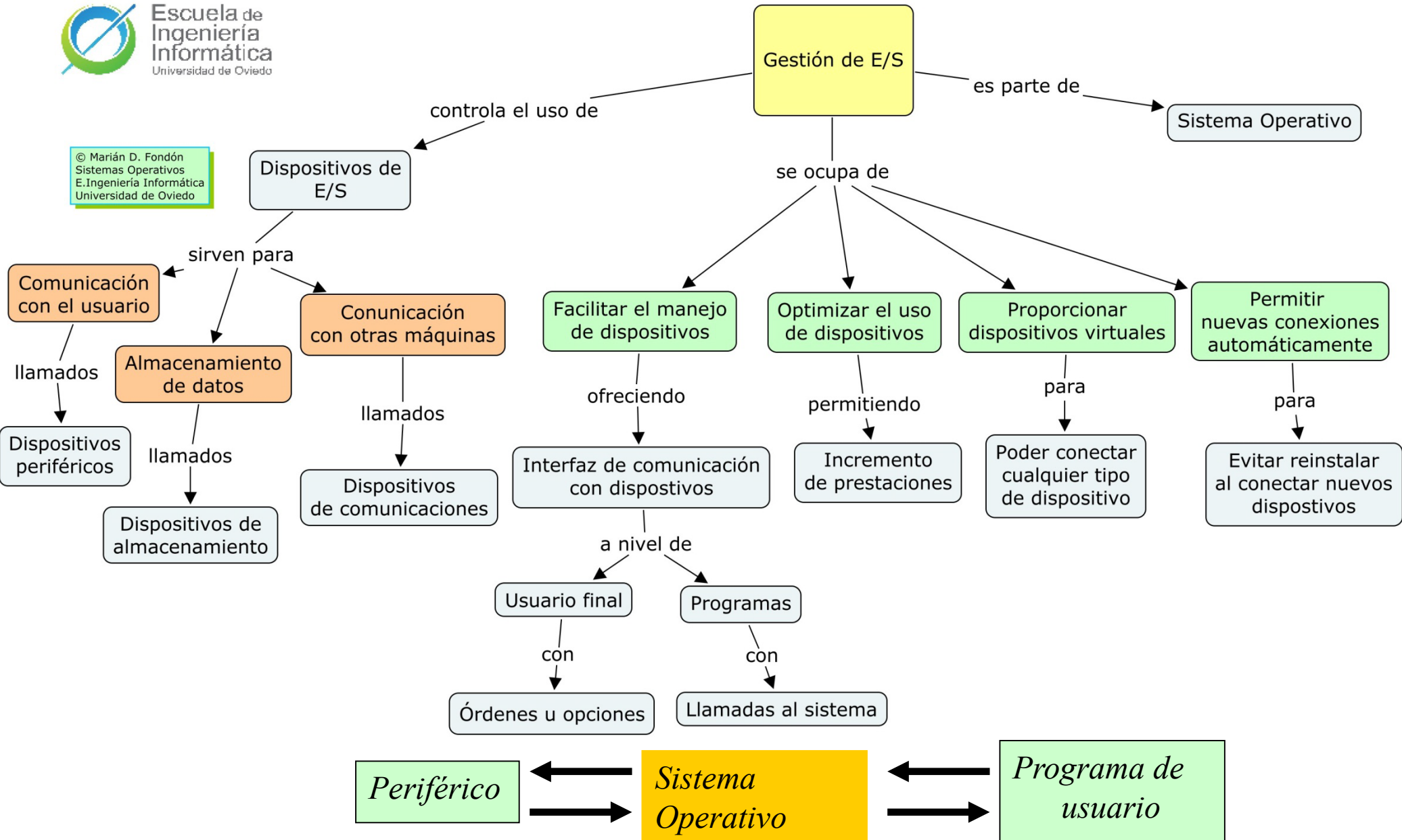
El Sistema de Gestión de E/S

- Ofrece una API para trabajar fácilmente con los dispositivos de E/S
- Optimiza su uso, permitiendo su compartición y incrementando sus prestaciones.
- Uniformiza el trabajo con distintas marcas/modelos, *virtualizando* dispositivos.
- Soporta reconfiguración *en caliente* de los dispositivos.

1.- Introducción

Uno de los problemas principales de la gestión de E/S es la ***diversidad*** de los dispositivos de e/s. Esta diversidad se produce a varios niveles:

- Mecanismo de direccionamiento (instrucciones *port-in*, *port-out*, dispositivos *mapeados* en memoria).
- Unidades de transferencia (dispositivos de bloques, dispositivos de caracteres).
- Código de representación de la información.
- Modo de transferencia (controlado por la CPU, con DMA).
- Velocidad.
- “Interlocutor”.

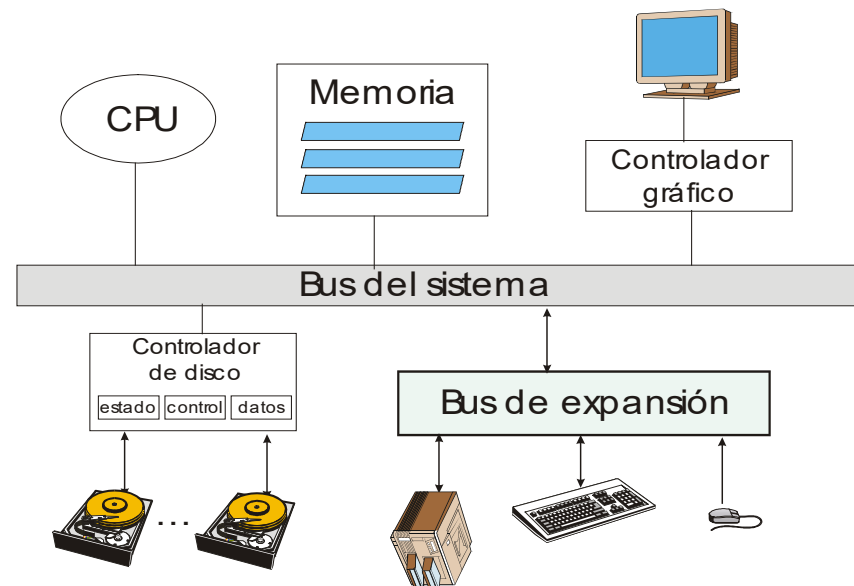


1. Introducción
- 2. Hardware de E/S**
3. Comunicación entre dispositivo y procesador
4. Software de E/S
5. Ejemplo de gestión de dispositivos

2.- Hardware de Entrada/Salida

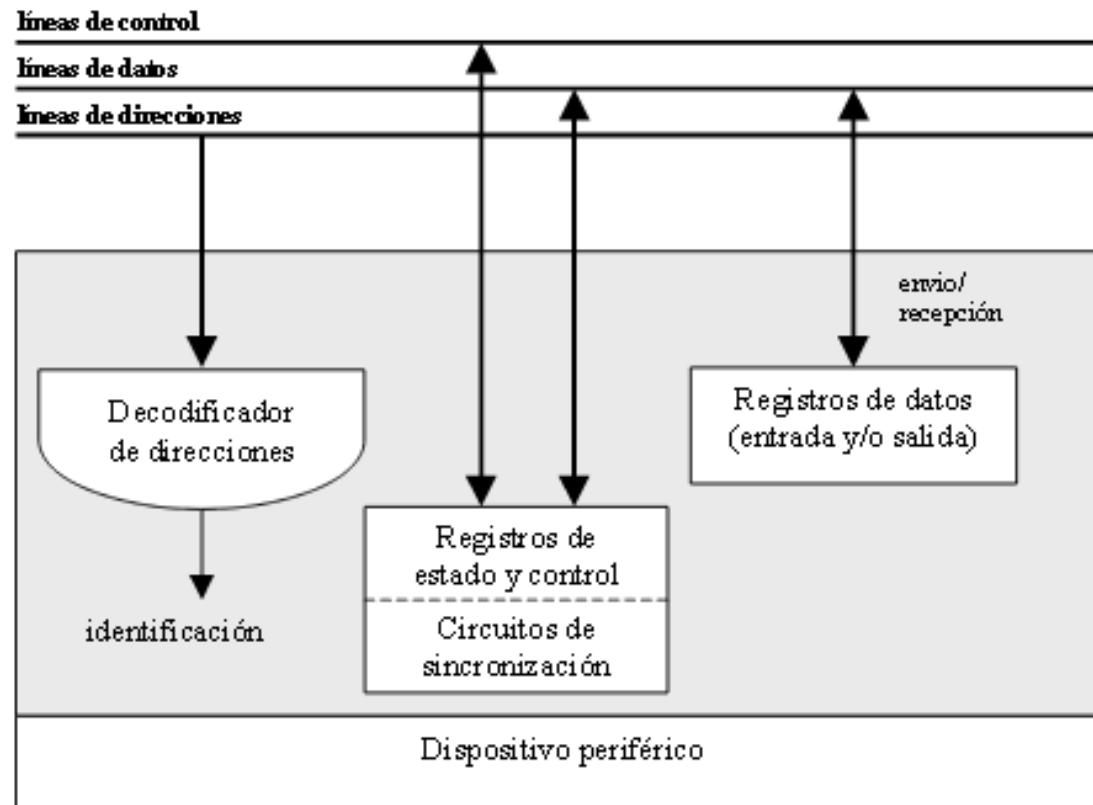
Los dispositivos están compuestos por dos partes:

- Interfaz con el resto del sistema. Es una parte electrónica (*controlador*), con la que “dialoga” el sistema operativo.
- Parte funcional. Implementa la funcionalidad del dispositivo. Puede ser electrónica únicamente o contener partes mecánicas.



2.- Hardware de Entrada/Salida

Controlador Hardware

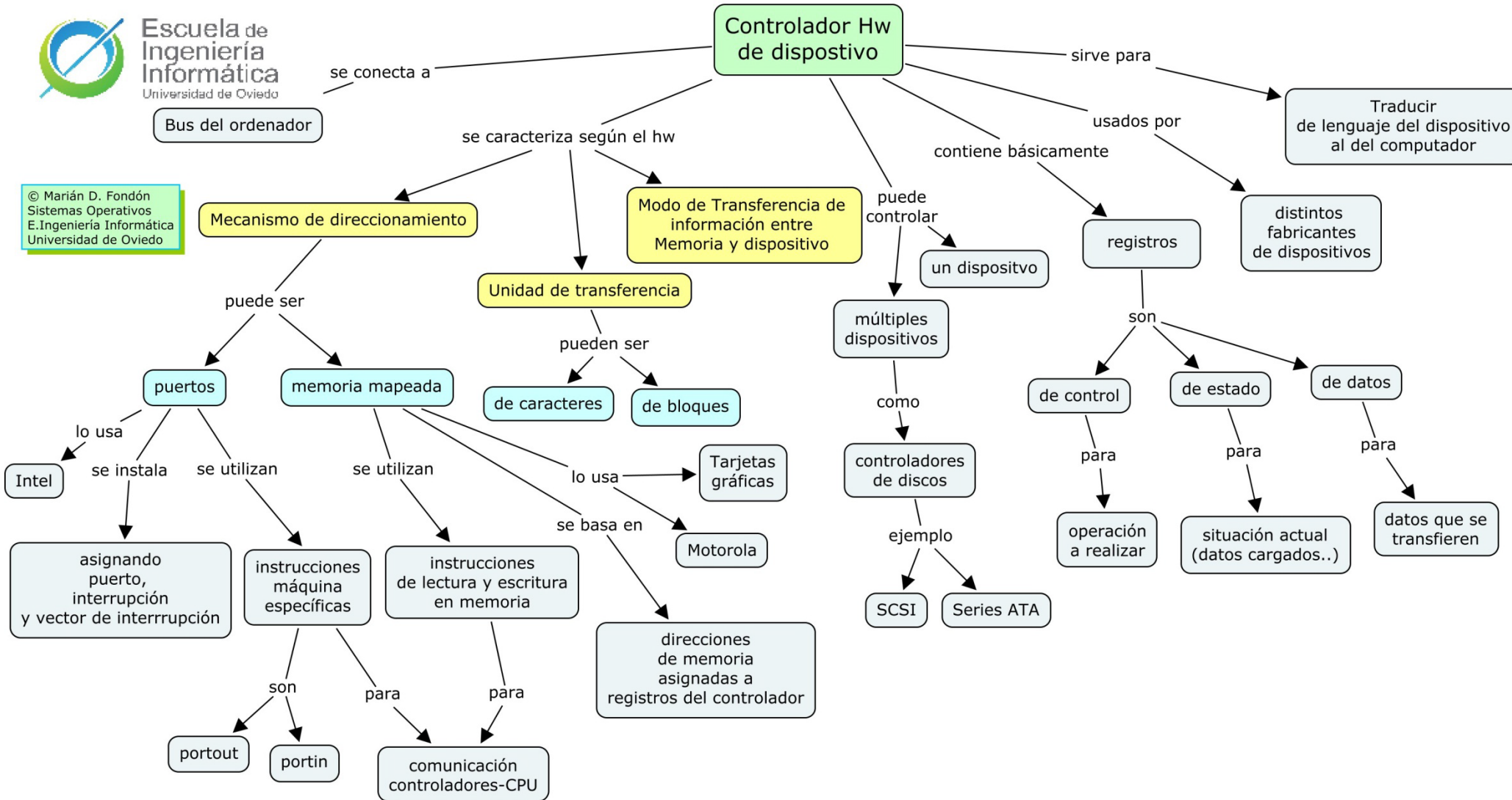


El Sistema Operativo puede acceder a los registros de datos, de dirección y de control del dispositivo para:

- enviar/recibir datos
- dar órdenes
- conocer su estado

2.- Hardware de Entrada/Salida

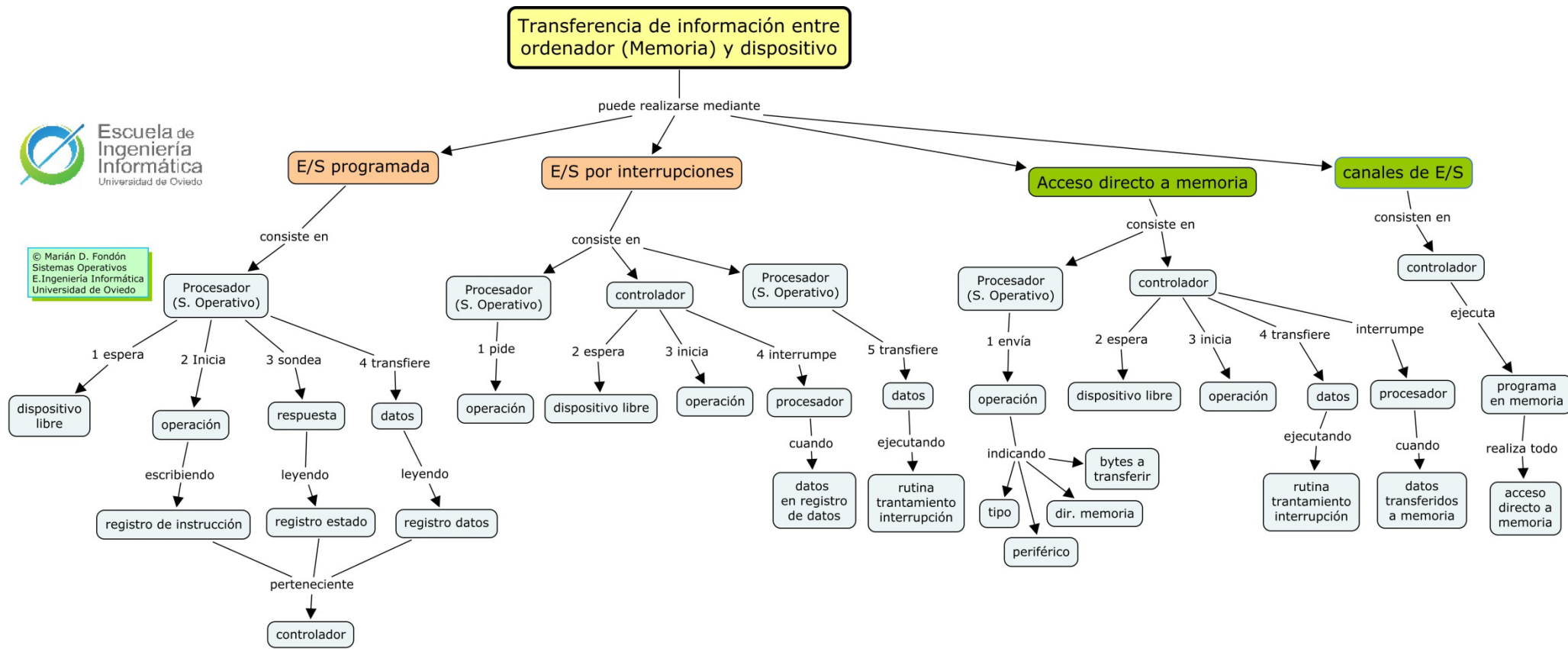
Controlador Hardware



1. Introducción
2. Hardware de E/S
- 3. Conexión dispositivo y Sistema Operativo**
4. Software de E/S
5. Ejemplo de gestión de dispositivos

3.- Conexión Hardware / Sistema Operativo

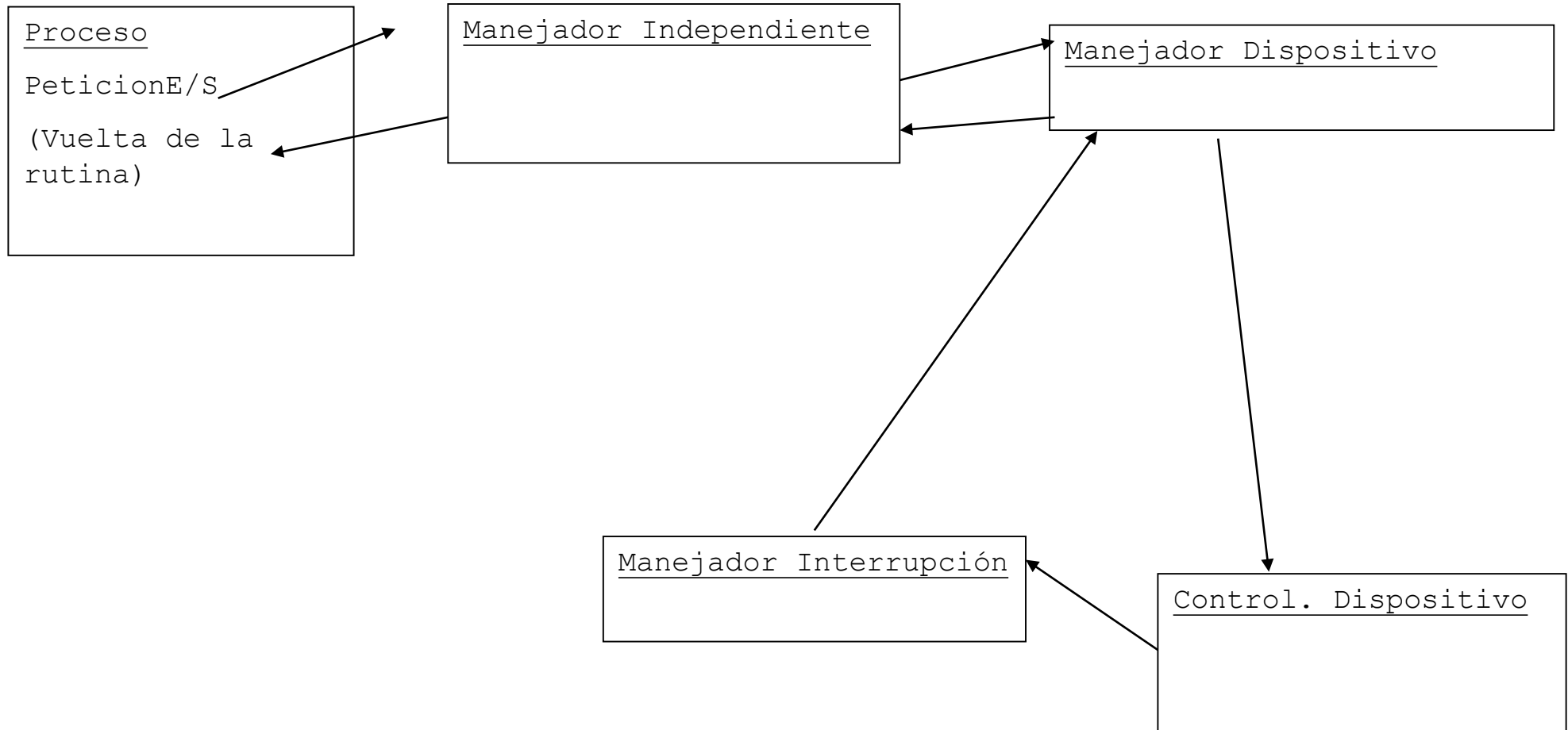
¿Cómo se produce la transferencia de información entre el ordenador y el dispositivo?



1. Introducción
2. Hardware de E/S
3. Comunicación entre Dispositivo y Sistema Operativo
- 4. Software de E/S**
5. Ejemplo de gestión de dispositivos

4.- Software de E/S

Funcionamiento general del sistema de E/S



4.- Software de E/S

Módulos involucrados

1. **Manejador independiente de los dispositivos** (uno en el sistema)

- Recibe la petición desde el sistema de ficheros
- Analiza la petición y elabora una estructura de datos con los datos de la petición IORB (Input Output Request Block)
 - tipo de operación,
 - localización en memoria,
 - bytes a transferir,
 - dispositivo sobre el que se realiza
- Inserta la petición (IORB) en cola de peticiones asociada al dispositivo
- Envía mensaje al manejador dependiente del dispositivo correspondiente a la petición, indicándole nueva petición. (operación Signal sobre semáforo)

2. **Manejadores dependientes del dispositivo** (uno por tipo de dispositivo)

- Hilos servidores que se dedican a
 - Esperar petición
 - Traducir al lenguaje del controlador y enviar al controlador
 - Esperar a que el controlador gestione la petición y termine.

4.- Software de E/S

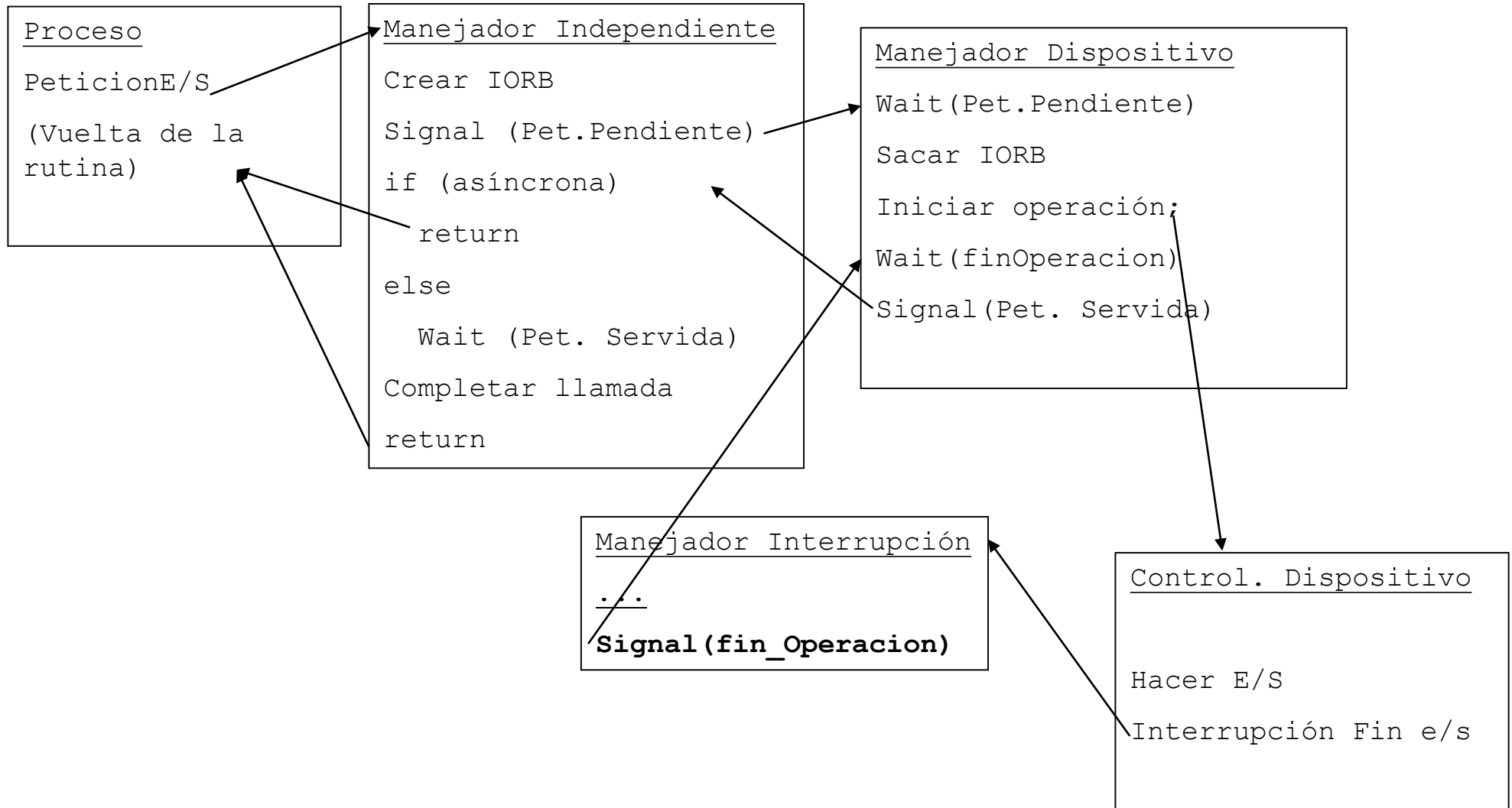
Módulos involucrados

3. **Manejador de Interrupciones (rutinas de gestión de e/s)**

- Actúa cuando el procesador recibe una interrupción de un dispositivo
- Comprueba la causa de la interrupción (por ejemplo, fin de operación en un dispositivo determinado)
- Envía mensaje al manejador dependiente del dispositivo que hizo la interrupción para indicarle que ya puede gestionar otra petición.

4.- Software de E/S

Funcionamiento general del sistema de E/S



4.- Software de E/S

Otros mecanismos soportados por el SO

Buffering

- Mecanismo “acelerador” de operaciones de e/s en dispositivos de bloques.
- El SO utiliza una zona de memoria donde se guardan copias de los últimos bloques de disco accedidos. Si se vuelven a solicitar, no hace falta leer del disco.
- **Spooling** (*Simultaneous Peripheral Operations On-Line*)
 - Permite que varios procesos trabajen simultáneamente con dispositivos de uso exclusivo.
 - El SO crea un dispositivo virtual. En una operación de salida, el proceso escribe en el dispositivo virtual (un fichero del SO). Una vez que finaliza la salida, se vuelca el fichero al dispositivo real.

1. Introducción
2. Hardware de E/S
3. Comunicación entre dispositivo y procesador
4. Software de E/S
- 5. Ejemplo de gestión de dispositivos**

5.- Ejemplos de dispositivos: el reloj

Hardware del reloj

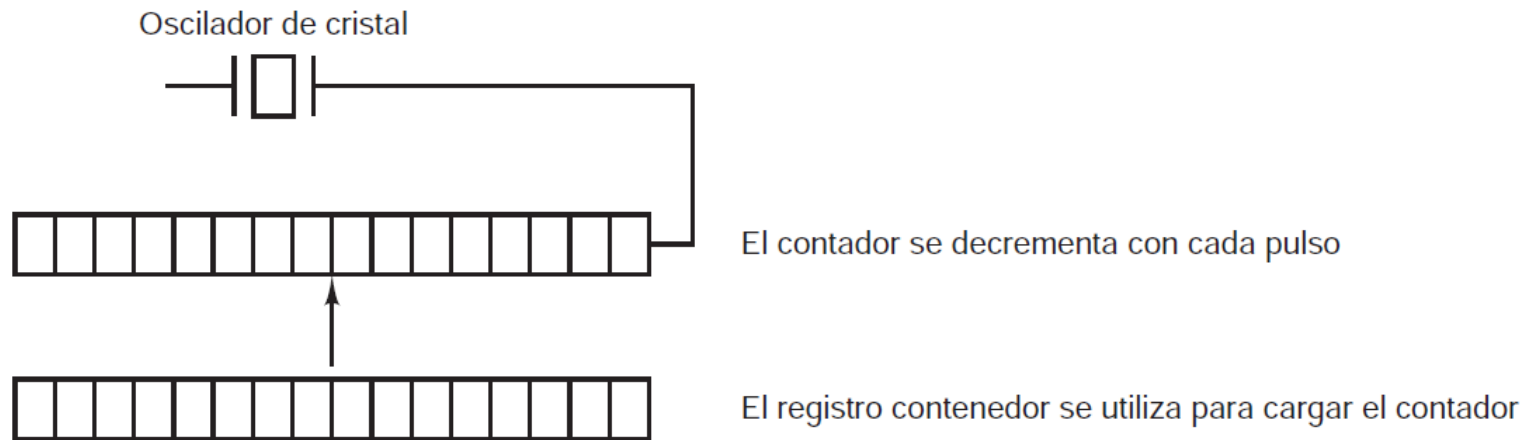


Figura 5-32. Un reloj programable.

- A cada oscilación, el contador se decrementa. Cuando se llega a 0:
 - Se produce una interrupción de reloj.
 - Se copia el contenido del “registro contenedor” (holding register) al contador.
- Por ejemplo, con un oscilador de 500 MHz, se produce “tic” cada 2 nsg. Con registros de 32 bits se puede programar el reloj para que produzca interrupciones en el rango 2 nsg. hasta 8,6 sg.

5.- Ejemplos de dispositivos: el reloj

Software del reloj

- En este dispositivo el software se reduce al manejador de interrupciones del reloj. Ahí se incluirá todas las funciones que se desee relacionadas con el paso del tiempo, como por ejemplo:
 - Expulsión de procesos por agotamiento de cuanto.
 - Despertar a procesos haya transcurrido el tiempo por el que estaban dormidos.
 - Mantener la hora y fecha del sistema (si no se dispone de Hw. para ello).
 - Contabilidad de uso del sistema.
 - ...

5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Hardware de discos

Elementos de un disco duro

Partes físicas

- **Platos:** discos magnetizables donde se almacena la información.
- **Eje:** Une todos los discos, haciéndolos girar solidariamente.
- **Cabezas de I/e:** leen y escriben los datos sobre los discos. Hay tantas como caras haya.

Organización

- **Caras:** Cada una de las superficies magnetizables.
- **Pistas:** Circunferencias concéntricas sobre las que se graban los datos.
- **Sectores:** Unidad mínima de acceso. Es una porción de una pista.
- **Cilindros:** Conjunto de todas las pistas correlativas de cada cara.

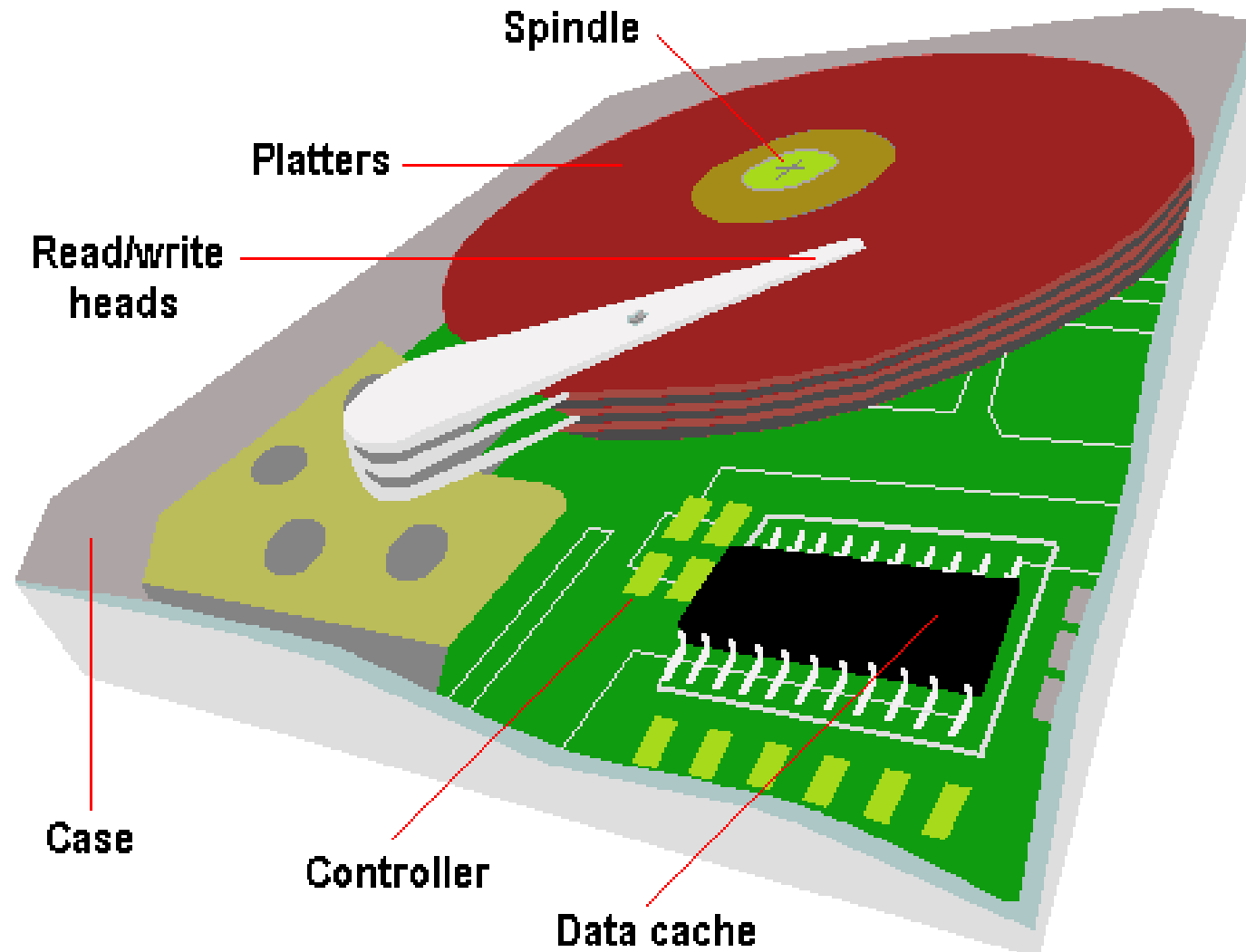
El disco atiende peticiones de I/e sobre un sector =(cara,cilindro,sector)

Mira en youtube cómo funciona el disco:

<https://www.youtube.com/watch?v=kdmLvI1n82U>

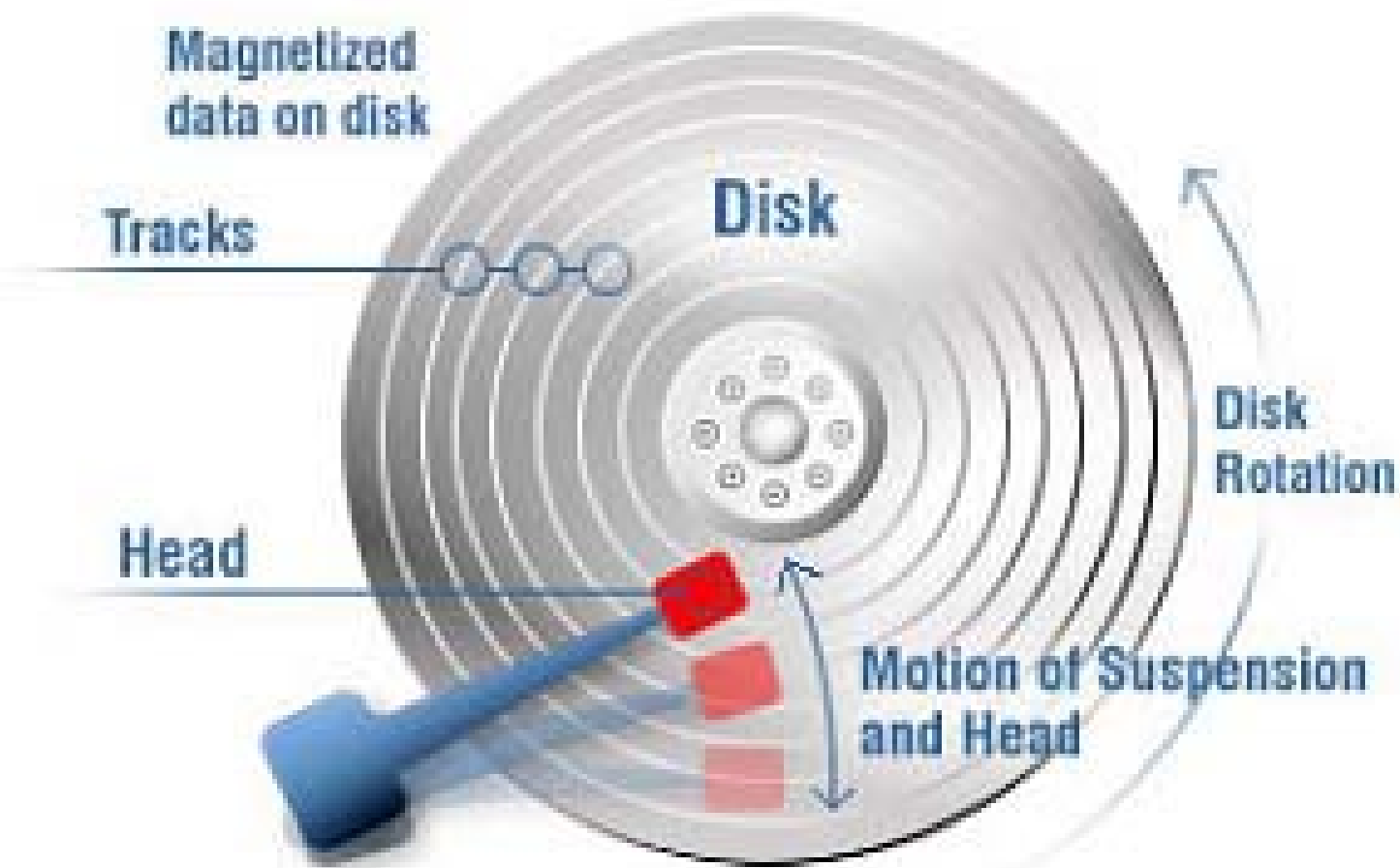
5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Hardware de discos



5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

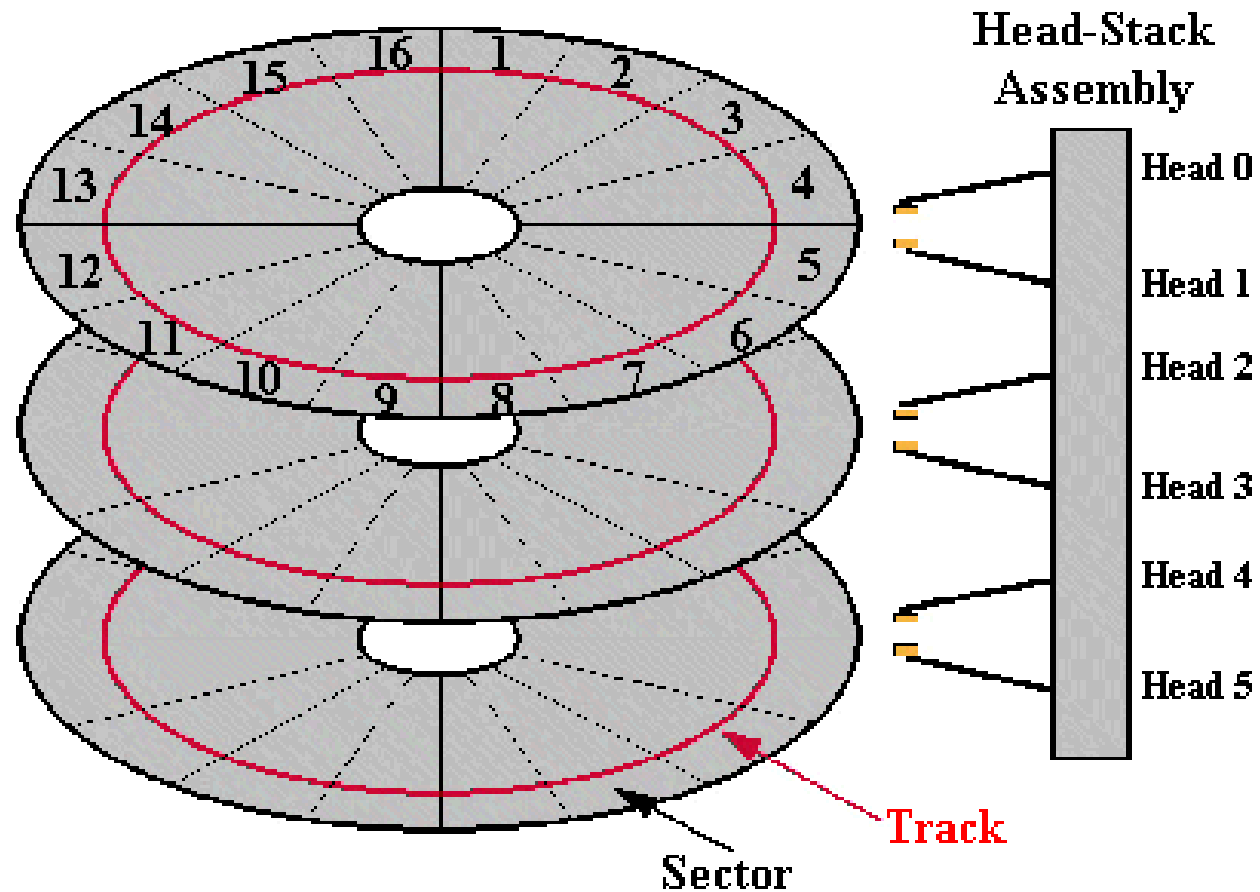
Hardware de discos



5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Hardware de discos

Drive Physical and Logical Organization



5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Hardware de discos

Un acceso a disco implica tres acciones:

- **Búsqueda:** Desplazamiento de la cabeza de l/e hasta el cilindro indicado.
- **Latencia:** Espera hasta que el sector solicitado se alinea con la cabeza de l/e.
- **Lectura/escritura y transmisión (Transferencia):** se realiza la lectura y se transmiten los datos a la controladora (o se transmiten de la controladora y se escribe, si la operación es de escritura).

Cada operación llevará un tiempo. Así, el tiempo de acceso será la suma de los tres:

$$\text{T. Acceso} = \text{T. Búsqueda} + \text{T. Latencia} + \text{T. Lectura/escritura}$$

OJO: se puede llamar tiempo de búsqueda a lo que tarda en ir de una pista a otra consecutivas. En este caso habrá que multiplicar por el número de pistas que debe desplazarse (así figura en mapa conceptual anterior)

5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Hardware de discos

$T.\text{Búsqueda} = T.\text{Arranque} + T.\text{entre pistas} * \text{número de pistas}$

Tiempos típicos:

Arranque: 3 – 20 msg;

Entre dos pistas consecutivas: 0,1 – 0,3 msg.

T. Latencia : Depende de la velocidad de rotación

$V = 7.200 \text{ r.p.m} \Rightarrow \text{Media de latencia} = 4,17 \text{ msg}$

Velocidades típicas de rotación:

3.600, 5.400, 7.200, 10.000, 15.000 r.p.m

Typical HDD figures

HDD Spindle [rpm]	Average rotational latency [ms]
4,200	7.14
5,400	5.56
7,200	4.17
10,000	3.00
15,000	2.00

5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Hardware de discos

T. Transferencia = bytes a ser transferidos * Tiempo para transferir un byte

Velocidad de Transferencia =

$$(\text{sectores / pista}) * (\text{bytes / sector}) * (\text{pistas/ segundo})$$

Velocidad de transferencia típica:

7200 rpm → 1000 Mbytes/sec

T. Transferencia =

$$\text{bytes a transferir} / (\text{velocidad de rotación en rps} * \text{nº bytes/ pista})$$

5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Planificación de disco

Planificación de disco

Es posible mejorar el rendimiento del disco ordenando adecuadamente la cola de peticiones pendientes para minimizar el movimiento mecánico de las cabezas del disco (*optimización del tiempo de búsqueda*):

Peticiones pendientes: 20, 50, 10, 60, 3, 12

Servidas en ese orden (pos. Inicial=0):

$20+30+40+50+57+9=206$ pistas recorridas por la cabeza

Ordenando las peticiones (3, 10, 12, 20, 50, 60):

$3+7+2+8+30+10= 60$ pistas recorridas por la cabeza.

En el segundo caso, se tardará menos tiempo en servir el conjunto de peticiones.

5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Planificación de disco

Objetivos de la planificación

- Aumentar productividad del disco (número de peticiones/sg.)
- Disminuir tiempos medios de respuesta.
- Disminuir varianza de tiempos de respuesta.
- Evitar inanición de peticiones.

5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Planificación de disco

FCFS (*First Come First Served*)

- Se sirven las peticiones en el orden que han llegado.
- Fácil de implementar.
- Rendimiento pobre (no optimiza el movimiento de las cabezas).
- No presenta inanición de peticiones.
- Obtiene una varianza baja de los tiempos de respuesta (trata a todas las peticiones igual).

Peticiones pendientes: 20, 50, 10, 60, 3, 12

Servidas FCFS (pos. Inicial=0):

$20+30+40+50+57+9=206$ pistas recorridas por la cabeza

5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Planificación de disco

SSTF (*Shortest Seek Time First*)

- Se sirve a continuación la petición más cercana a la cabeza de lectura/escritura, minimizando así el movimiento de la misma.
- Máximo rendimiento (optimiza el movimiento de las cabezas).
- Puede provocar inanición de peticiones.
- Buenos tiempos medios de respuesta
- Obtiene una varianza alta de los tiempos de respuesta (las peticiones cercanas a la cabeza tardan muy poco en atenderse; las lejanas tardan mucho).
- Discrimina las pistas extremas con respecto a las centrales, al estar éstas “más cerca” de cualquier pista

Peticiones pendientes: 20, 50, 10, 60, 3, 12

Servidas SSTF (pos. Inicial=0): 3 – 10 – 12 – 20 – 50 – 60

$3+7+2+8+30+10= 60$ pistas recorridas por la cabeza

5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Planificación de disco

Scan y Look

- La cabeza de lectura/escritura realiza barridos completos en una dirección determinada, no cambiando el sentido hasta completar el barrido (o hasta llegar a la última petición (look))
- Se sirve a continuación la petición más cercana a la cabeza de lectura/escritura en la dirección del barrido.
- Buena productividad (algo menor que SSTF).
- Disminuye el peligro de inanición de peticiones.
- Buenos tiempos medios de respuesta.
- Obtiene una varianza de los tiempos de respuesta más contenida que con SSTF.
- Se sigue discriminando las pistas extremas con respecto a las centrales.

5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Planificación de disco

Scan Circular (C-Scan) y C-look

- La cabeza de lectura/escritura realiza barridos completos en una dirección determinada, siempre la misma. Cuando se completa el barrido (o llega a la última petición (C-look)) se vuelve a la pista 0 (o a la petición inicial más baja que haya).
- Se sirve a continuación la petición más cercana a la cabeza de lectura/escritura en la dirección del barrido.
- Características similares a Scan, eliminando la discriminación de las pistas extremas.

5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Planificación de disco: ejercicio

Sea un sistema de gestión de un disco que recibe las siguientes peticiones sobre las pistas:

10, 24, 8, 46, 30, 5, 14, 36.

Una vez llegadas estas peticiones, en el orden anteriormente indicado, el sistema comienza a gestionar cada una de ellas. A partir de ahí,

- cuando está gestionando la petición 10 llega la 5
- cuando está gestionando la 24, llega la 2,
- cuando está gestionando la 30 llega la 41
- cuando está gestionando la 2 llega la 1.

Suponiendo inicialmente la cabeza de lectura en la pista 0 y un disco con 46 pistas, calcula el orden de gestión de peticiones con FCFS, SCAN, C-SCAN, Look y C-Look

5.- Ejemplos de dispositivos: el disco

Planificación de disco: ejercicio

Se tiene la siguiente lista de peticiones pendientes de disco expresadas en pistas:

92, 183, 35, 120, 14, 126, 64, 66.

Considerando que la cabeza se encuentra inicialmente en la pista 50 y el movimiento es ascendente, describa el orden en que serán atendidas estas peticiones para cada una de las siguientes políticas:

1. SSTF
2. SCAN
3. C-LOOK