



# ***Tema 1: Generalidades sobre Arquitecturas paralelas y distribuidas.***

## **PARTE 3**

# ÍNDICE

Introducción

Paralelismo en Monoprocesadores

Paralelismo en Multiprocesadores

~~Generalidades sobre Redes de interconexión~~

~~Rendimiento~~

Planificación y balanceo de carga

Almacenamiento

# ÍNDICE

## Planificación y balanceo de carga

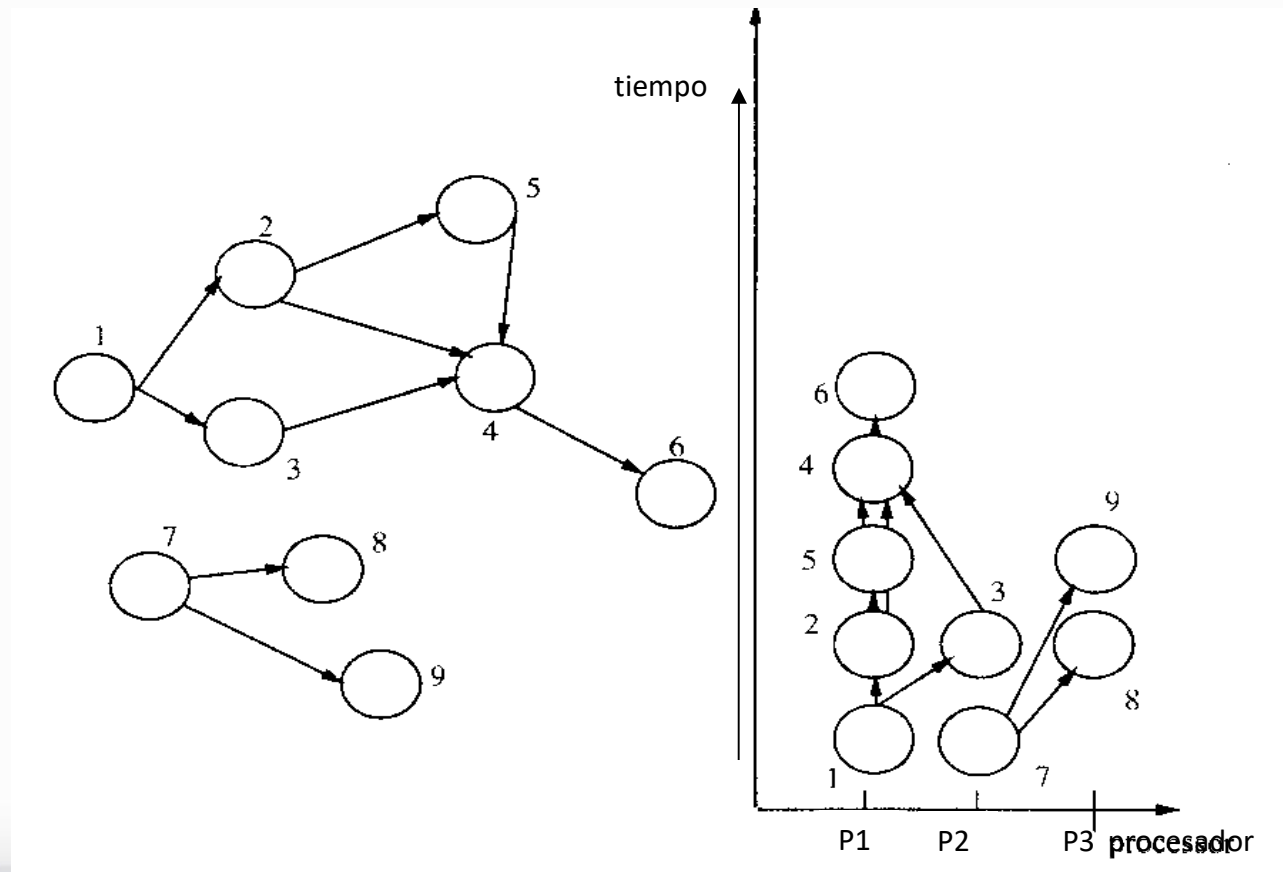
- **Planificación**
- **Balanceo de carga**
  - **Técnicas de balanceo de carga**
    - **Estáticas**
    - **Dinámicas**
    - **Adaptativas**
  - **Parámetros de fluctuación**

## Planificación (mapeo o scheduling)

- Refiere a la etapa de asignación de recursos a los múltiples procesos que ejecutarán en paralelo
  - Dónde y cuándo se ejecutará una tarea
  - Las dependencias entre tareas definen pautas para la asignación
- Técnicas de investigación operativa para planificar la asignación de recursos de modo de optimizar un determinado criterio
  - Tiempo total de ejecución
  - Utilización de los recursos
  - Balance de cargas entre recursos

## Planificación

- El algoritmo de planificación relaciona el algoritmo (grafo de tareas) con el hardware disponible (procesador, tiempo)



## Planificación

- Factores a tener en cuenta

- Topología de la red
- Dependencias de datos
- Las comunicaciones

Aprovechar la “localidad” de datos  
Reducir las comunicaciones

- Estrategias

- Procesos que pueden ejecutar concurrentemente se colocan en procesadores diferentes
- Procesos que se comunican con alta frecuencia se colocan en el mismo procesador, o en procesadores “cercaños”

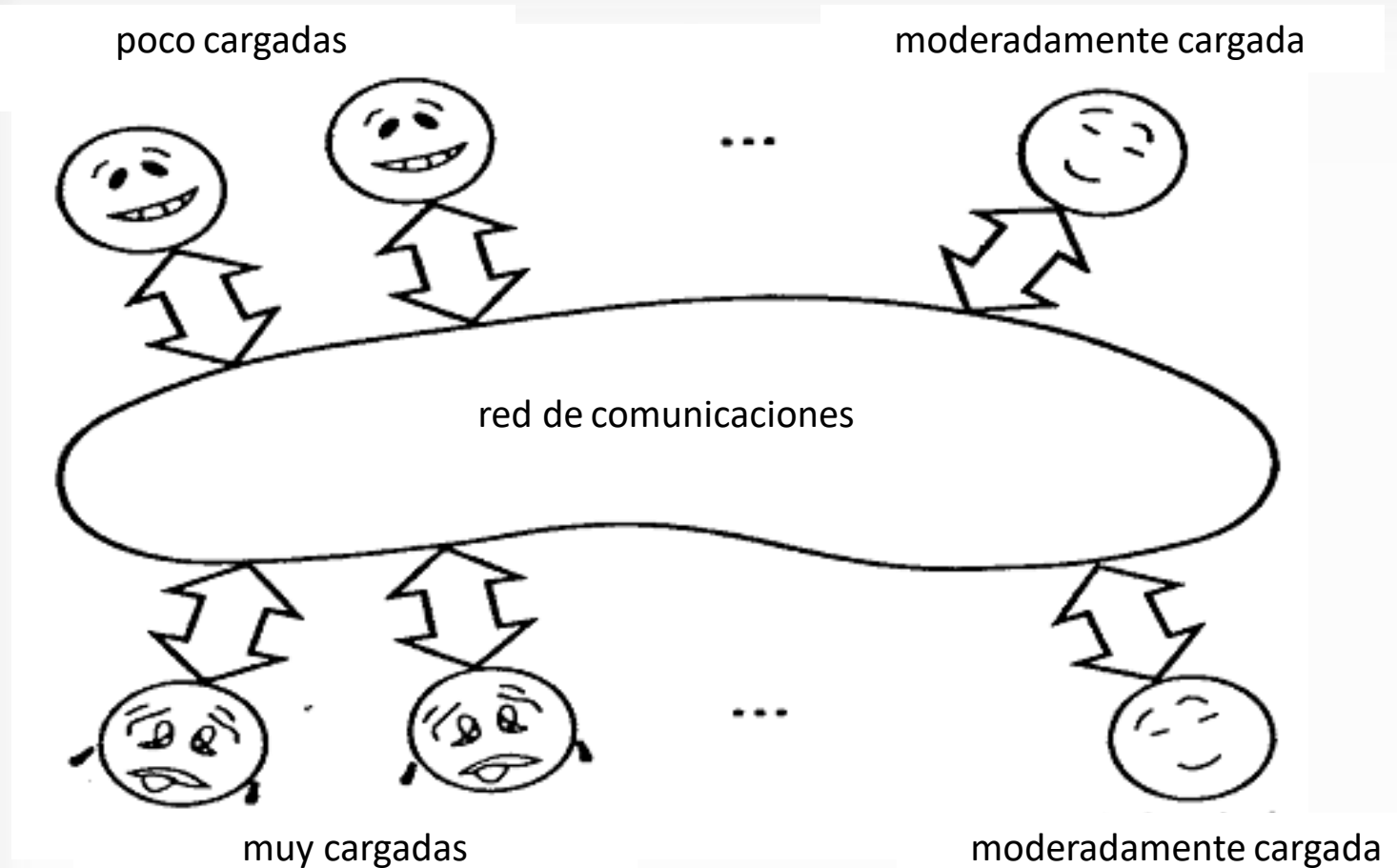
- Existen mecanismos teóricos de asignación de recursos para los diferentes modelos de descomposición en tareas y arquitecturas paralelas estudiadas

- Ejemplo: los grafos de algoritmos (árboles, anillos, mallas) sobre mallas 2D, hipercubos, etc.

## Balanceo de carga

- Factor relevante sobre el rendimiento de aplicaciones paralelas y distribuidas ejecutando en un computador paralelo
- Objetivo: evitar que el rendimiento global del sistema se degrade a causa del retraso en tareas individuales
- El balanceo de cargas es muy importante en entornos de cómputo **no dedicados**

# Balanceo de carga



Situación en un ambiente donde no se aplican técnicas de balanceo de carga



# Técnicas de balanceo de carga

- Clasificación
  - Técnicas estáticas (planificación)
  - Técnicas dinámicas (al momento de la ejecución)
  - Técnicas adaptativas
- Principales criterios utilizados
  - Mantener los procesadores ocupados la mayor parte del tiempo
  - Minimizar las comunicaciones entre procesos

# Técnicas de balanceo de carga

## Técnicas de asignación **estáticas**

- Se toman decisiones “de antemano”
- Se utilizan técnicas de planificación de investigación operativa
- Requieren una estimación (precisa) del tiempo de ejecución de cada tarea en cada recurso de cómputo
- La asignación inicial se mantiene, independientemente de lo que suceda
- Efectiva en ambientes de redes poco cargadas
- Falla en ambientes compartidos de carga variable

**NO TIENEN EN CUENTA  
FLUCTUACIONES DE CARGA DE LA  
RED**

# Técnicas de balanceo de carga

## Técnicas de asignación **dinámicas**

- Involucran estrategias para determinar el procesador que se asigna a una tarea durante la ejecución de la aplicación
- Usuales en modelo maestro-esclavo
- La asignación se realiza en el momento de creación de una nueva tarea
- Usualmente consideran la situación en el instante de la asignación exclusivamente
- Efectivas en ambientes compartidos de carga variable

**TRATAN DE APROVECHAR LAS  
FLUCTUACIONES DE CARGA DE LA  
RED**

# Técnicas de balanceo de carga

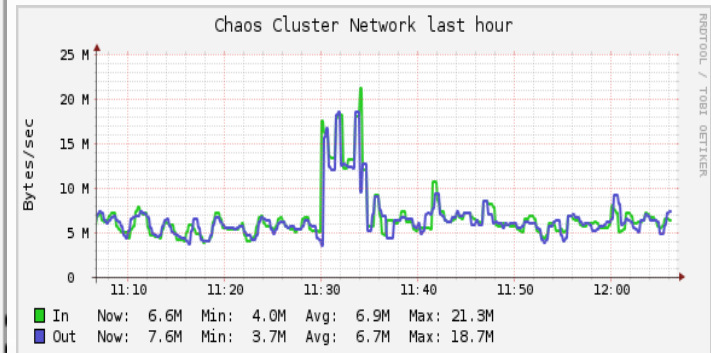
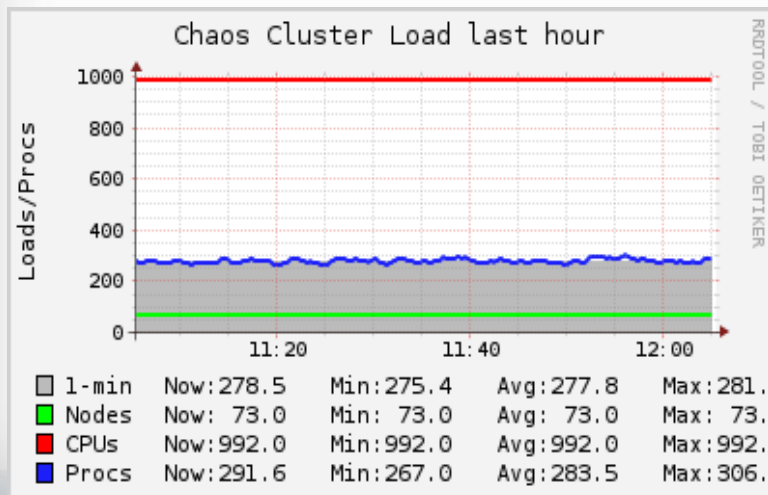
## Técnicas de asignación **adaptativas**

- Realizan la asignación de acuerdo al **estado actual** del sistema
- Pueden incorporar herramientas de predicción del futuro
- Utilizan técnicas de migración de procesos como mecanismo de eficiencia y para proveer tolerancia a fallos

**APROVECHAN COMPLETAMENTE LAS  
FLUCTUACIONES DE CARGA DE LA  
RED**

# Parámetros relevantes de la fluctuación de la carga

- Consumo de CPU
  - Porcentaje de uso u operaciones/segundo
- Uso de disco
  - Bloques transferidos del controlador al dispositivo
- Tráfico de red
  - Paquetes transmitidos y recibidos



# ***ÍNDICE***

**Introducción**

**Paralelismo en Monoprocesadores**

**Paralelismo en Multiprocesadores**

**~~Generalidades sobre Redes de interconexión~~**

**~~Rendimiento~~**

**Planificación y balanceo de carga**

**Almacenamiento**

# ÍNDICE

## Almacenamiento

- **Arquitecturas de Almacenamiento**
  - **DAS**
  - **NAS**
  - **SAN**
- **Sistemas RAID**
  - **Software / Hardware**
  - **Tipos de RAID**
  - **Anidamientos RAID**
  - **Disco SPARE**
  - **Paridad**

# Arquitecturas de almacenamiento

- DAS (*Direct Attached Storage*)
- NAS (*Network Attached Storage*)
- SAN (*Storage Area Network*)



## DAS (Direct Attached Storage)

- ❖ Dispositivos de almacenamiento directamente conectados a las máquinas
- ❖ Arquitectura anteriormente usada en los mainframe  
Actualmente los mainframe solo lo usan para SO  
Sustituidos por sistemas *Boot On SAN*
- ❖ Usados por los ordenadores personales (PC y laptops)
- ❖ Muchos inconvenientes:
  - Dispersión del almacenamiento
  - Baja tolerancia a fallos
  - Alto TCO (coste de propiedad)

# SAN (Storage Area Network)

- ❖ Almacenamiento en la red.
- ❖ Necesaria una infraestructura de red de alta velocidad.  
Red idealmente exclusiva separada de la LAN.  
Tecnologías: FC (Fibre Channel), GigabitEthernet, iSCSI  
Necesaria red de alta disponibilidad  
(Multiplicidad de caminos)
- ❖ Alta disponibilidad de almacenamiento  
(mirroring y RAIDs)
- ❖ Los clientes (maquinas locales, servidores) ven los discos como si fueran discos locales
- ❖ LUNs (*Logical Unit Number*)

# NAS (Network Attached Storage)

- ❖ Almacenamiento en la red.
- ❖ No es necesaria una infraestructura exclusiva.
  - Red idealmente exclusiva separada de la LAN.
  - Tecnologías: NFS o CIFS.
  - Puede usarse también bajo FTP incluso HTTP
- ❖ Maquina dedicada con IP propia .
- ❖ La gestión de ficheros la realiza la propia NAS.
- ❖ Una arquitectura NAS puede contener varias NAS geográficamente distribuidas.
- ❖ Un servidor NAS utilizara almacenamiento DAS o SAN.

# NAS (Network Attached Storage)

- ❖ Usuarios y aplicaciones tratan ficheros y datos como locales.
- ❖ Sistema operativo distingue y trata como fichero remoto.
- ❖ Pueden ser sistemas específicos o servidores dedicados.
- ❖ Aceptable TCO, fácilmente escalable y alta disponibilidad.
- ❖ Aplicado a:
  - Almacenamiento en la Nube.
  - Copias de seguridad.
  - Compartición.
  - Servidores (web, impresión, VPN).
  - Virtualización.

## Arquitecturas de almacenamiento

### Diferencia principal NAS – SAN

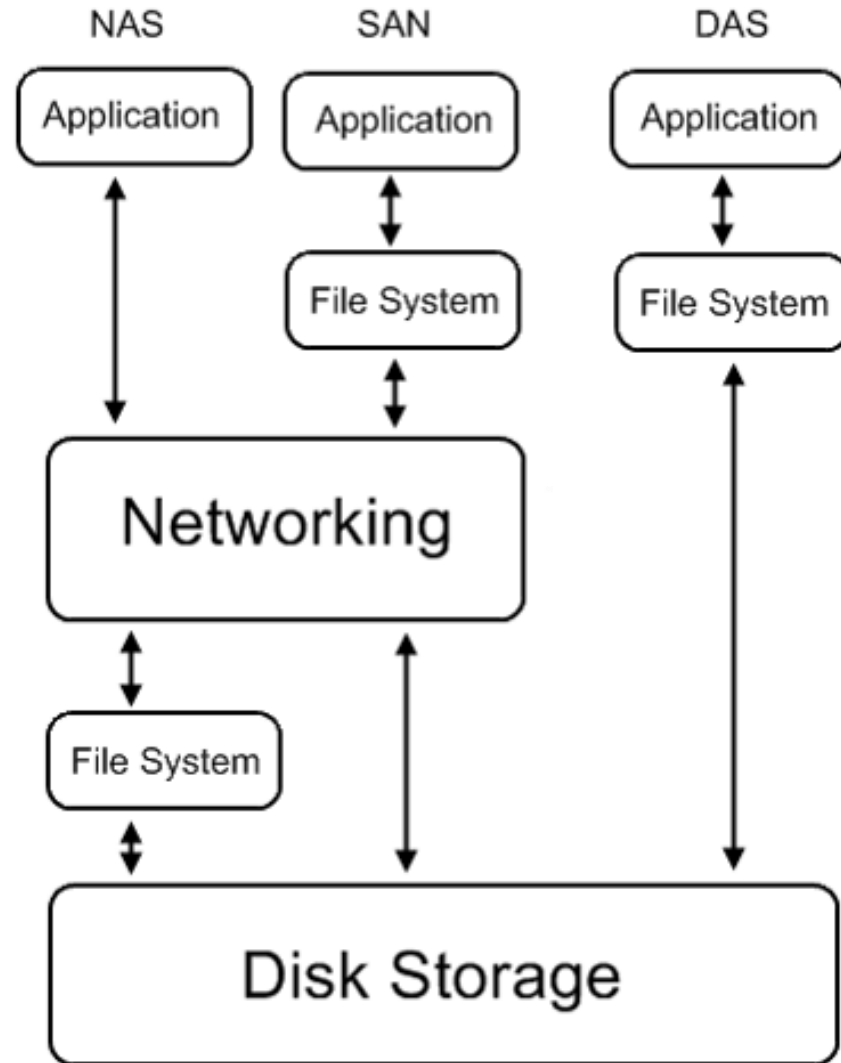
En el **NAS**...

...el sistema operativo es consciente del acceso remoto (a través de lan, man, wan)

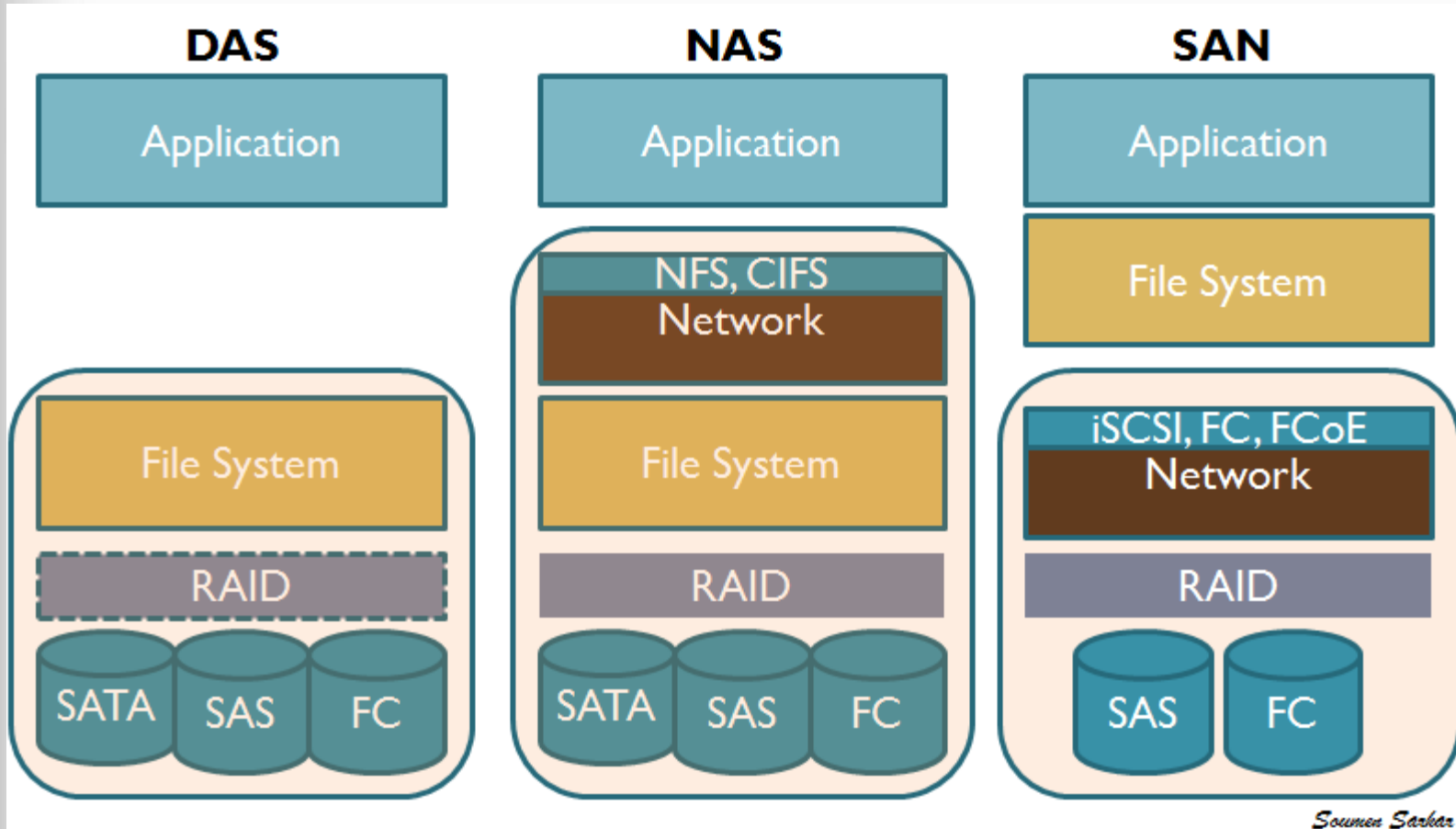
En el **SAN**...

...El disco es tratado como si fuese un disco local, como si estuviese conectado un DAS en vez de un SAN. Transparente para el SO y normalmente gestionado por tarjetas específicas.

# Arquitecturas de almacenamiento



# Arquitecturas de almacenamiento



## Sistemas RAID

### Redundant Array of Independent Disks

- Sistema de almacenamiento de datos en tiempo real utilizando múltiples unidades de almacenamiento.
- Utilizar múltiples unidades de almacenamiento puede permitir dependiendo de la configuración usada:
  - Mayor tasa de transferencia de datos
  - Mayor redundancia
  - Mayor capacidad
  - Mayor fiabilidad



## Sistemas RAID

Existen diferentes combinaciones RAID, dependiendo de cual usemos obtenemos una característica u otra.

Especialmente usadas en

- Sistemas que requieran asegurar la integridad del sistema ante cualquier fallo
- Sistemas dedicados a tareas intensivas.
- Las tecnologías RAID se pueden implementar en **Software** y en **Hardware**

## RAID bajo SOFTWARE

- La principal característica es que hacen uso de la potencia de la CPU para realizar cálculos y toma de decisiones, por lo que habrá que tenerlo en cuenta en la carga de trabajo asignado al procesador, y al SO.
- Dos tipos:
  - Modelo Puro
  - Modelo Híbrido

# RAID Software PURO

- + No usan hardware adicional.
- El RAID se activa una vez el SO a cargado los drivers o controladores que lo gestionan.
- + Son más económicos.
- Aumenta la carga de trabajo del procesador proporcionalmente al número de discos usados
- Problemático el cambio/actualización de SO.
- Muy vulnerables al inicio de la carga o ante reinicios
  - Integridad, defectuosos, ataques externos.

# RAID Software HIBRIDO

Apoyo de hardware para cubrir deficiencias del puro

- La BIOS gestiona parte del RAID, no es necesario la carga completa del SO para que esté activo
- Coste moderado.
- Protegido durante el arranque
- Aumenta la carga de trabajo del procesador proporcionalmente al número de discos usados
- Problemático el cambio/actualización de SO.
- Muy vulnerables ante reinicios
  - Integridad, defectuosos, ataques externos.

## RAID bajo HARDWARE

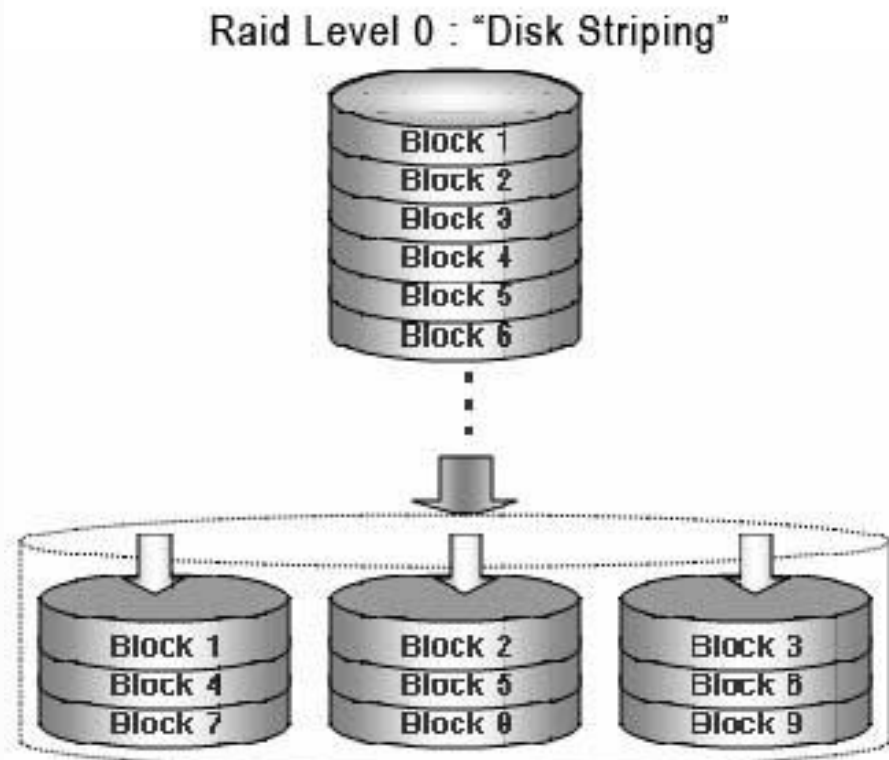
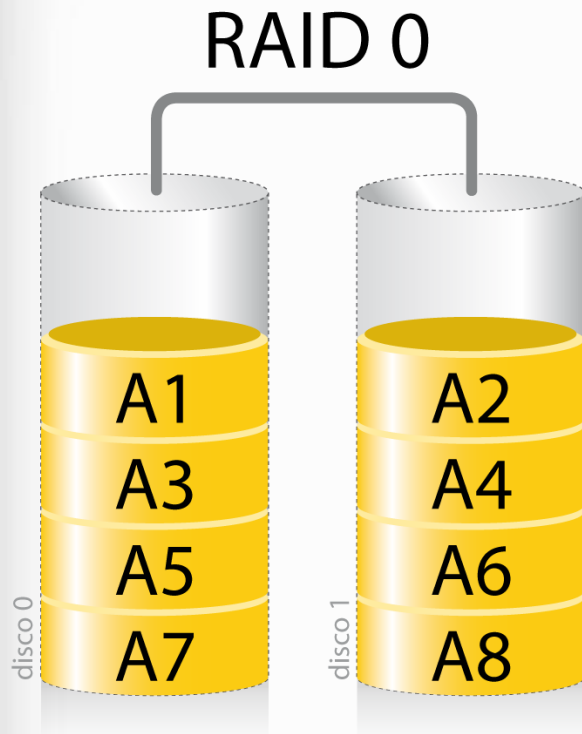
- Contiene todo el hardware necesario para controlar de forma dedicada la gestión del RAID.
- Pueden ser equipos dedicados o equipos generales con una tarjeta de extensión controladora.
- Normalmente tienen una BBU (Battery Backup Unit) que asegura el salvado de la memoria cache.
- Tiene mejor rendimiento

# Tipos de RAID - RAID 0

- Llamados **Disk Stripping**
- Distribuyen equitativamente los bloques de datos en los distintos discos que lo componen
- No gestionan paridad ni redundancia.
- Unen varios discos como si fuesen uno solo.
- Aumento del rendimiento proporcionalmente al número de discos usados.
- Los discos han de ser del mismo tipo/tamaño, en caso contrario el menor determinará el tamaño del resto.  
*Tamaño total = tamaño del menor \* numero de discos*
- No es tolerante a fallos, la caída de un disco supone la caída del sistema. No se pueden recuperar los datos.

# Tipos de RAID - RAID 0

- Los datos a gravar se desglosan en fragmentos y se distribuyen en los diferentes discos



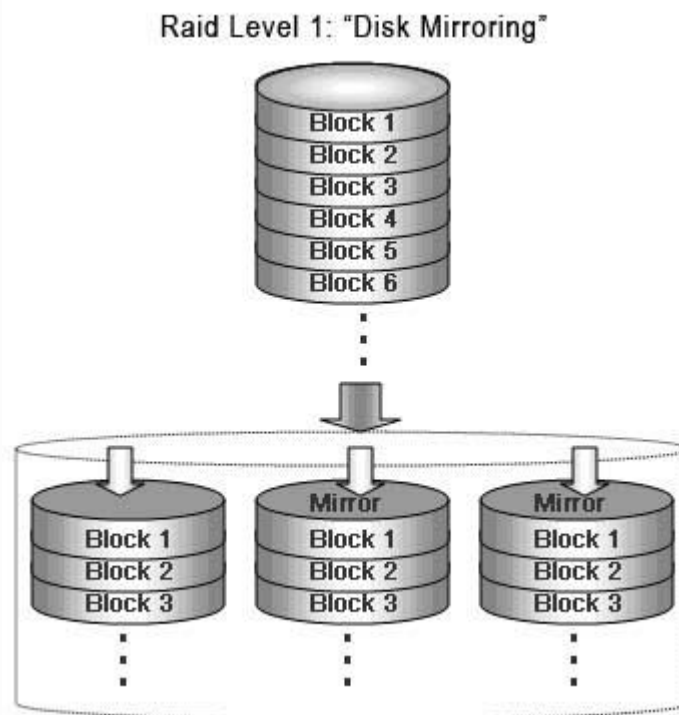
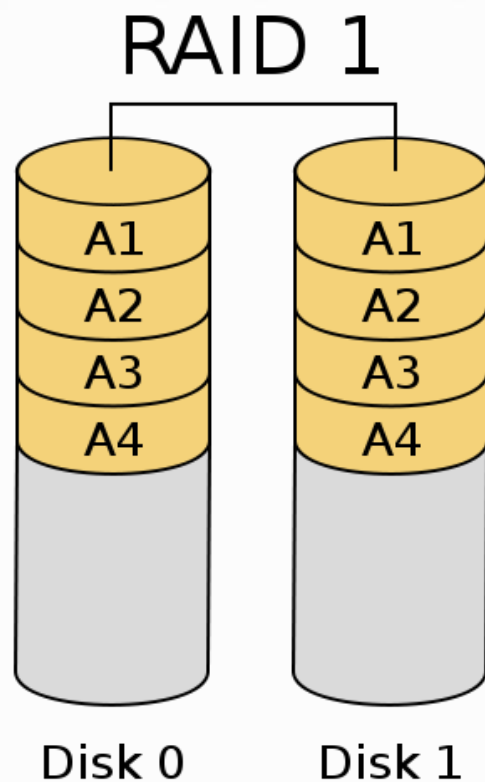
# Tipos de RAID - RAID 1

- Llamados **Mirroring** (o espejo).
- Usada para la redundancia de datos, guardando la información por parejas. (o por replicación).
- Replica exacta de los discos duros.
- Si falla un disco el otro opera sin problemas mientras se sustituye el primero.
- Técnica muy cara y poco eficiente.
- Al menos la mitad del espacio total se dedica al mirror.
- Disco duro y su replica han de ser del mismo tamaño o desperdiciar el sobrante.
- En la lectura de datos puede acceder a todos los mirror mejorando prestaciones.



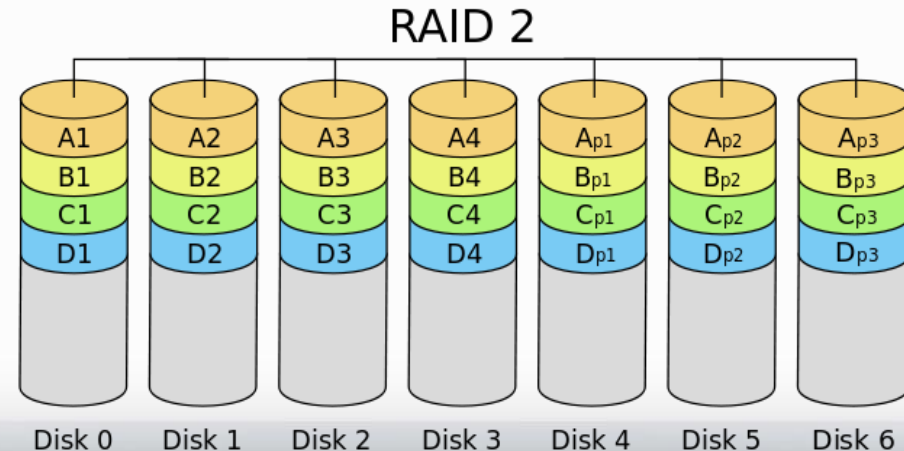
# Tipos de RAID - RAID 1

- Puede haber varios espejos aunque lo normal es solo 1 espejo



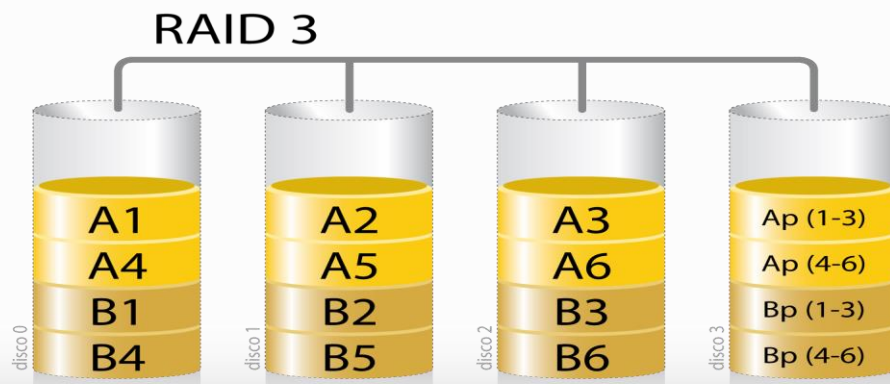
# Tipos de RAID - RAID 2

- División de datos a nivel de bits. Cada bit en un disco.
- Discos en paralelos.
- Usa código corrector de errores. Normalmente Hamming(7,4)
- Tasas de transferencias muy elevadas.
- Solo un acceso simultaneo. Un acceso implica la ocupación de todos los discos.
- Técnica no usada. (actualmente los discos ya usan códigos correctores)
- No se usa con discos estándares.



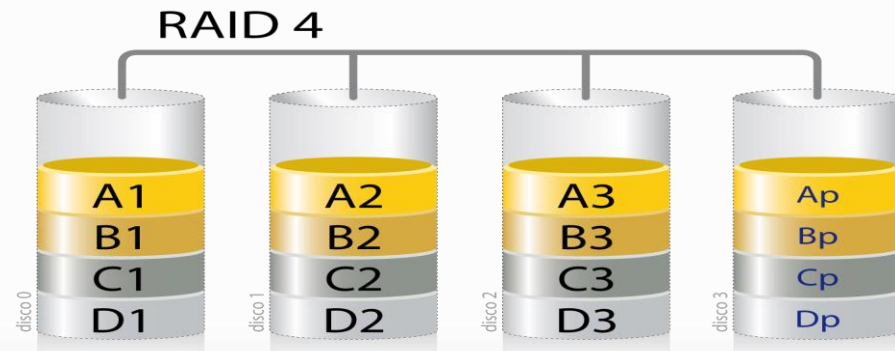
# Tipos de RAID - RAID 3

- Conocido como *Striping*.
- Divide los datos a nivel de bytes. Disco de paridad dedicado.
- Discos en paralelos. No permite peticiones simultaneas.
- Tasas de transferencias muy elevadas.
- Igual que RAID2 esta técnica no es usada actualmente.
- Un disco usado para guardar la paridad.
- Permite recuperación de datos.



# Tipos de RAID - RAID 4

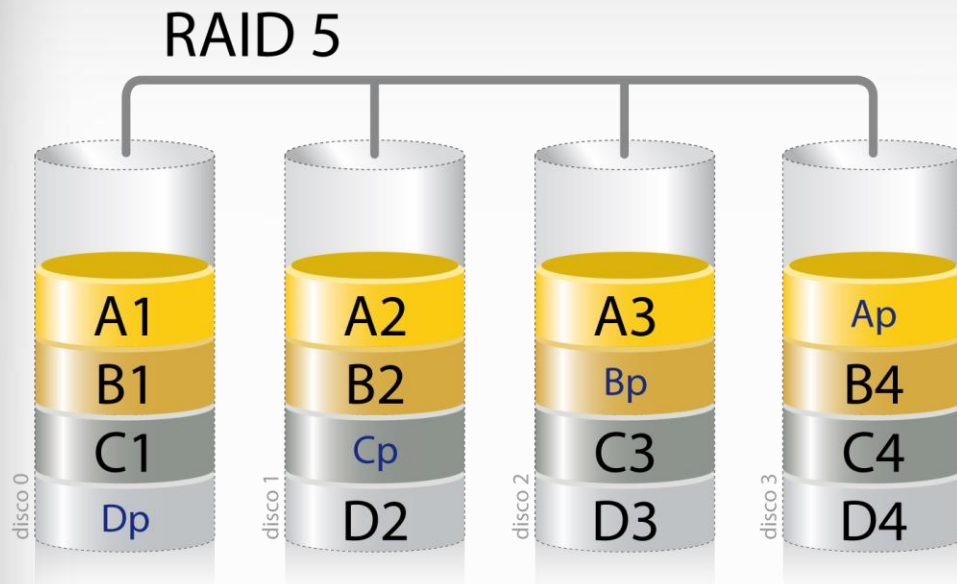
- Conocido como *IDA*.
- Divide los datos a nivel de bloques. Disco de paridad dedicado.
- Los discos trabajan independientemente.
- Permite peticiones simultaneas. (al dividir por bloques)
- Tasas de transferencias elevadas.
- Igual que RAID3 esta técnica no es usada actualmente.
- Permite recuperación de datos.



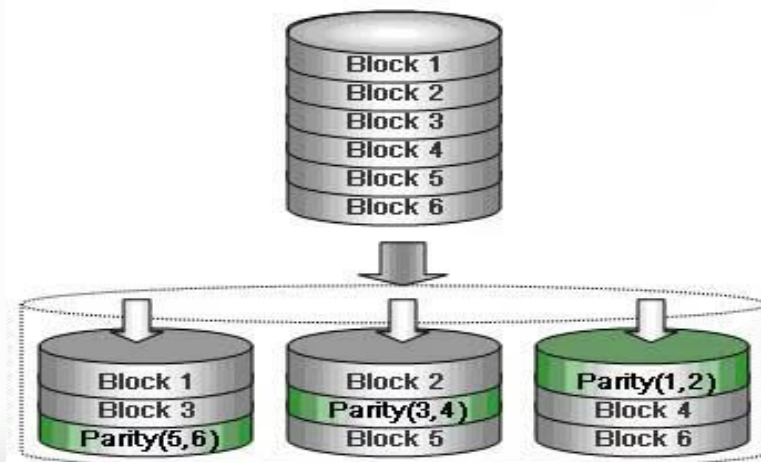
# Tipos de RAID - RAID 5

- Conocido como *distribuido con paridad*.
- Es el más usado. Divide los datos a nivel de bloques.
- Crea datos de paridad distribuyéndolos por todos los discos.
- Permite peticiones simultaneas.
- Generalmente con soporte hardware para calculo de paridad.
- Mejores tasas de velocidad que Raid 3 y 4.
- Suficiente redundancia de datos. Permite su recuperación.
- Es común permitir el cambio de un disco defectuoso en caliente
- La carga de trabajo del sistema en la regeneración puede provocar nuevas caídas.

# Tipos de RAID - RAID 5

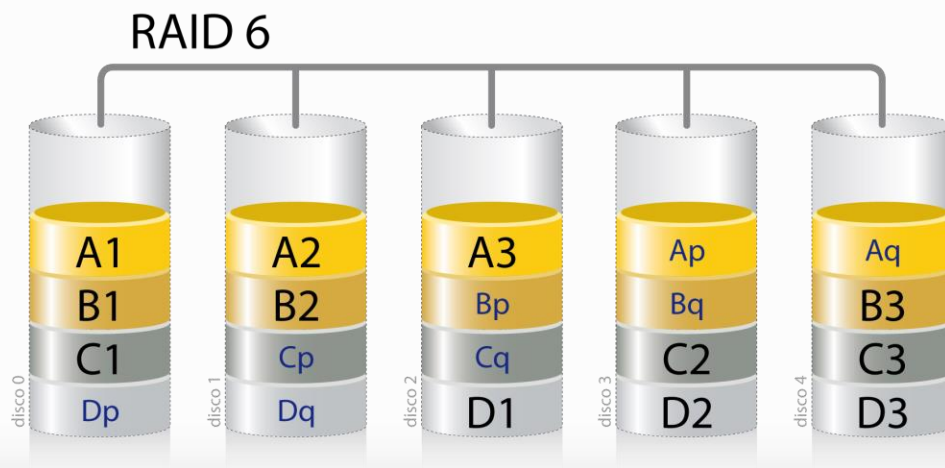


Raid 5 - Disk Striping with Single Distributed Parity



## Tipos de RAID - RAID 6

- No es un nivel propio, sino una extensión del 5.
- Usa el mismo criterio en todos los aspectos del RAID 5
- Única diferencia inserta otro bloque de paridad.
- Mismas tasas de transferencia que raid 5.
- Mayor redundancia de datos.
- Permite recuperarse en vivo del fallo simultaneo de dos discos.
- Elevado coste de implementación.



# Anidamientos RAID

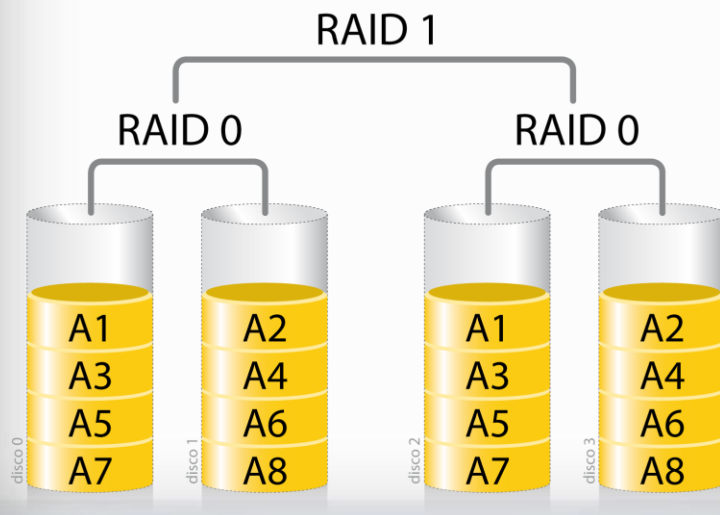
- Es habitual ver implementaciones RAID anidadas para sumar los beneficios de cada implementación anidada
- Las anidaciones más comunes son:
  - RAID 0+1 y RAID 10
  - RAID 50



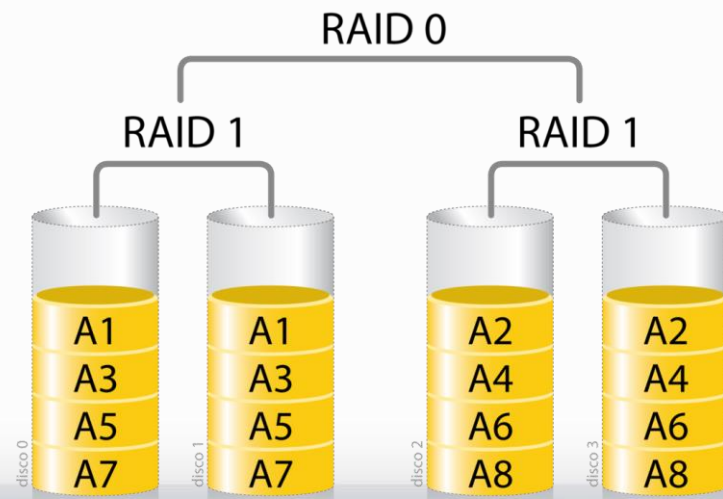
## Anidamientos RAID – RAID 0+1 / 10

- Usan las ventajas de los RAID 0 y los RAID 1 anidando los niveles
- En RAID 0+1 primero se crean dos RAID 0 y estos se replican usando las técnicas del RAID 1.
- Acepta un fallo de disco, no aceptando dos simultáneos.
- La capacidad útil será la mitad de la capacidad total con las mismas limitaciones de los RAID 0 y los RAID 1

### RAID 0+1

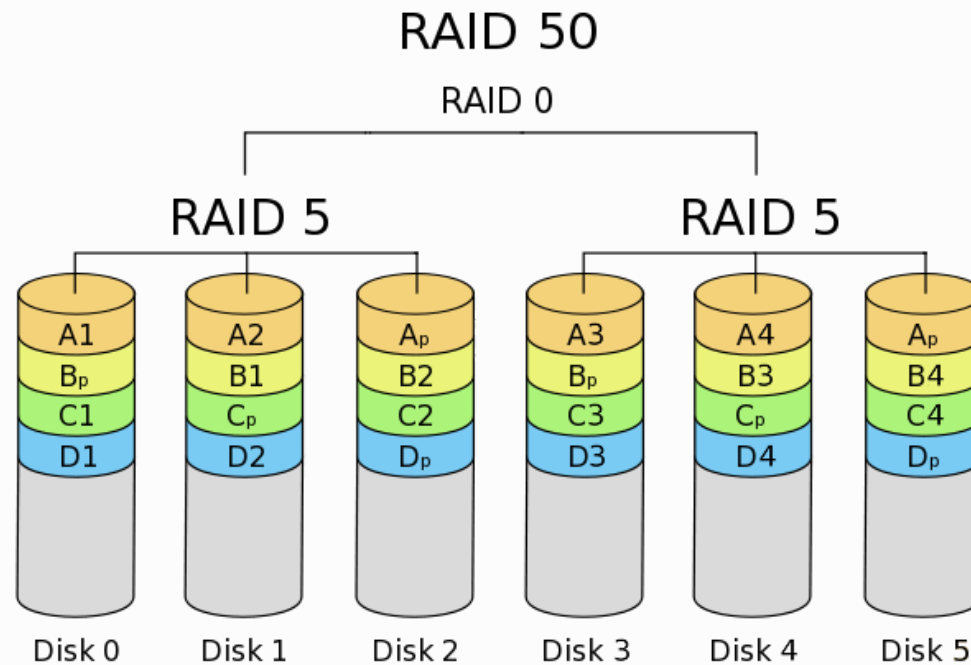


### RAID 10



# Anidamientos RAID – RAID 50

- Quizás es el nivel RAID más usado, por las prestaciones que ofrece (altas tasa de transferencia, y redundancia)



# Discos SPARE

- ❖ Es habitual que las implementaciones con redundancia contengan un disco SPARE.
- ❖ Son discos vacíos y sin usar preparados para la inmediata sustitución de un disco defectuoso.
- ❖ Una vez sustituido el disco se inicia (normalmente de forma automática) su reconstrucción
- ❖ Cambiar rápidamente el disco es importante pues hasta que se haga el sistema está forzado a trabajar usando las paridades usando todos los discos para detectar y corregir el fallo.
- ❖ El SPARE puede ser:
  - HOT-SPARE: El disco está físicamente conectado y al detectar el fallo automáticamente se reconstruye.
  - STANDBY-SPARE: Se necesita la activación o sustitución manual del disco para que se realice la reconstrucción.
- ❖ Es habitual que los RAID permitan el HOT-SWAPPING, es decir poder remplazar un disco en caliente y sin desconectar el sistema

# Almacenamiento – Sistemas RAID

## Pasos Reconstrucción por Paridad

Imaginemos 6 discos 4 de datos 1 par y 1 Spare.

Paso 1.- Datos Iniciales

Paso 2.- Calculo Paridad

Paso 3.- Caída de Disco

Paso 4.- Recuperación por Paridad

1

Disk1 (Dat)	00101010
Disk2 (Dat)	10001110
Disk3 (Dat)	11110111
Disk4 (Dat)	10110101
Disk5 (Par)	???
Disk6 (Spa)	----

2

Disk1 (Dat)	00101010
Disk2 (Dat)	10001110
Disk3 (Dat)	11110111
Disk4 (Dat)	10110101
Disk5 (Par)	11100110
Disk6 (Spa)	----

3

Disk1 (Dat)	00101010
Disk2 (Dat)	10001110
Disk3 (XX)	xxxxxxxxxx
Disk4 (Dat)	10110101
Disk5 (Par)	11100110
Disk6 (Spa)	----

4

Disk1 (Dat)	00101010
Disk2 (Dat)	10001110
Disk3 (XX)	xxxxxxxxxx
Disk4 (Dat)	10110101
Disk5 (Par)	11100110
Disk6 (Spa)	11110111

2

00101010 XOR 10001110 XOR 11110111 XOR 10110101 = 11100110

4

00101010 XOR 10001110 XOR 11100110 XOR 10110101 = 11110111