

RAID

Características, ventajas y aplicaciones.

El término RAID (**R**edundant **A**rray of **I**ndependent -or **I**nexpensive- **D**isks), cuyos orígenes datan de 1989, hace referencia a una arquitectura para el almacenamiento de datos en discos duros, que basada en niveles define el tipo de tolerancia del sistema y la forma en la que los datos se distribuyen entre los dos o más discos que conforman el "array".

RAID utiliza una técnica llamada "striping" para dividir la información antes de distribuirla en bloques que son almacenados de forma organizada en los diferentes discos del "array".

Remarcar que un sistema RAID puede ser interno o externo y su implementación hardware o software. En este último caso le corresponde a la BIOS del sistema operativo controlar el RAID cuyos discos podrán ser de tipo IDE o SATA. En una implementación hardware el controlador es independiente, cuenta con capacidad de proceso propia y dispone de un interfaz SCSI o SATA para la conexión de los discos que conforman el "array".

Por último incidir en el hecho de que RAID hace referencia a la arquitectura que dota de redundancia o tolerancia a fallos al sistema de almacenamiento, pero en ningún caso el "array" de discos en si mismo.

¿Porqué utilizar RAID? Beneficios y ventajas.

Un disco duro se caracteriza entre otros parámetros por su MTBF (Mean Time Between Failure o tiempo medio entre fallos) cuya importancia no sólo radica en su valor sino también en su significado. EL MTBF nos avisa que sean cuales sean los discos que utilicemos éstos pueden eventualmente dejar de funcionar, ocasionando pérdidas de datos o imposibilitando el acceso a la información por parte de los usuarios.

Además de resolver el problema citado anteriormente, un sistema de almacenamiento basado en arquitectura RAID ofrece cuatro ventajas principales:

- Mayor fiabilidad que los discos individuales por tratarse de una arquitectura tolerante a fallos con soporte de elementos redundantes.
- Mayor rendimiento y tasa de transferencia de datos que los discos individuales como resultado de las operaciones de lecturas/escritura simultáneas realizada sobre múltiples disco en paralelo.
- Mayor capacidad de almacenamiento que los discos individuales. Un "array" de disco RAID puede verse como un disco lógico formado por la suma de los discos individuales que lo conforman, por lo que en la mayoría de las configuraciones, la capacidad total será superior.
- Mayor integridad. Ante un error en los datos almacenados en alguno de los discos del "array" (corrupción de datos, error de grabación, ...) la información de paridad generada por los sistemas RAID permitirá reconstruir los datos perdidos manteniendo así la integridad de la información.

Considerando las ventajas anteriormente expuestas resulta sencillo deducir los dos grandes beneficios que conducen a la implementación de una arquitectura RAID; mejora el tiempo de funcionamiento sin fallo (uptime) del sistema de almacenamiento y mejora del rendimiento de las aplicaciones. El primero se basa en funcionalidades de tolerancia a fallos que permiten reconstruir los datos de un disco dañado sobre otro que opera en modo reserva, sin que ello suponga interrumpir el servicio de acceso a la información para los usuarios. Por su parte la mejora en el rendimiento de algunas aplicaciones (pero no necesariamente en todas) se fundamenta en la capacidad de lectura simultánea de datos en varios discos, lo que supone un incremento de la tasa de transferencia del sistema. Las aplicaciones que trabajan con grandes archivos (vídeo, imágenes, backups, base de datos multiusuarios, ...) se verán beneficiadas por esta característica.

Lo que RAID no puede hacer.

Como acabamos de ver un sistema RAID aporta múltiples ventajas, sin embargo existen determinados aspectos para los que RAID no ha sido diseñado.

- RAID no protege los datos. Un sistema RAID no impedirá que los datos se vean modificados o borrados como consecuencia de errores accidentales. Ni tampoco podrá evitar que los datos se dañen (corrompan) o que sean destruidos por un agujero de seguridad. Para evitar estos riesgos deberemos disponer de herramientas de "backup o data recovery".
- RAID no hace que la recuperación ante desastres sea más simple. Las herramientas de recuperación de datos deberán soportar los controladores RAID apropiados, de lo contrario no podrán acceder a los datos almacenados en los discos afectados. Generalmente los dispositivos NAS/SAN incluyen funcionalidades de "backups", como la replicación remota, que permite duplicar RAIDs entre unidades o en ubicaciones remotas utilizando la nube.
- RAID no facilita la migración a sistemas nuevos. Mover un RAID de una controladora a otra ubicada en un nuevo sistema puede resultar complejo, y en algunos ocasiones hasta imposible (tal es el caso de los sistemas que integran la controladora en la placa base). Una implementación RAID por software eliminaría este inconveniente si bien

deberemos asegurarnos que el rendimiento de esta solución se ajusta a nuestras necesidades. Es aconsejable contar con las herramientas apropiadas para este tipo de tareas, como por ejemplo Shadowprotect de StorageCraft.

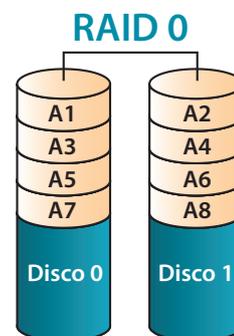
Tipos de niveles RAID.

El documento original en el que se define la arquitectura RAID (Berkeley 1988) contemplaba cinco niveles, RAID 1 a RAID 5. Posteriormente la industria de la informática y sus fabricantes ampliaron el número de niveles que se engloban dentro de la "familia" RAID.

1) Niveles RAID "puros".

RAID 0: "array" de discos con "striping" a nivel bloque sin tolerancia a fallos.

Realiza "striping" de datos a nivel bloque sin información de paridad con una distribución equitativa de estos entre dos o más discos. Este nivel mejora el rendimiento pero no aporta tolerancia a fallos. En caso de avería en cualquiera de los componentes de "array" el sistema fallará en su totalidad.



Número de discos requeridos: Se precisa un mínimo de dos (2) discos.

Ventajas: Permite el acceso a más de un disco a la vez, logrando una tasa de transferencia más elevada. Al no requerir espacio para almacenar información de redundancia, el coste por megabyte resulta inferior.

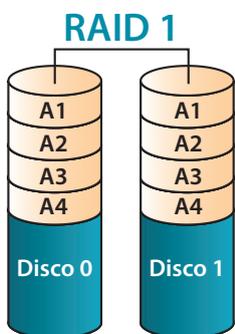
Desventajas: No se dispone de información de paridad y por tanto no ofrece funcionalidad de tolerancia a fallos.

Un RAID 0 puede ser creado con discos de diferentes tamaños, si bien el espacio de almacenamiento del conjunto estará limitado por el tamaño del disco de menor capacidad.

RAID 1: "array" de discos en Espejo (o Duplicado si se dispone de controladora duplicada) sin paridad ni "striping".

Crea una copia idéntica (espejo) de un conjunto de datos en dos o más discos. En esta configuración no se hace "striping" de datos, si bien consigue un alto nivel de tolerancia a fallos.

Para alcanzar un máximo rendimiento se recomienda el uso de controladoras de disco duplicadas, de esta forma será posible leer de los dos discos al mismo tiempo incrementando la tasa de transferencia de lectura al doble de la generada por un disco individual sin alterar el ratio de escritura.



Número de discos requeridos: Se precisa un mínimo de dos (2) discos.

Ventajas: Protección de la información en caso de fallos del disco y/o de la controladora (en caso de tener instalada una controladora duplicada).

Desventajas: Ineficiencia debido a las tareas de escritura en el disco espejo.

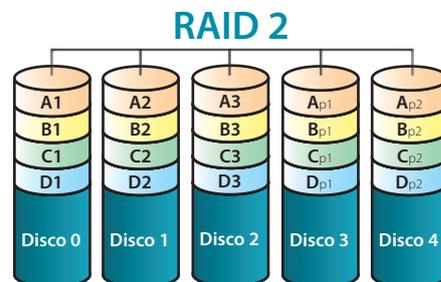
Se "desperdicia" el 50% de la capacidad de almacenamiento del sistema haciendo que el coste por megabyte "útil" sea mayor.

RAID 2: "array" de discos con "striping" a nivel bit y paridad Hamming-code dedicada.

Este nivel no presenta ninguna ventaja relevante sobre RAID 3 y en la actualidad resulta ser el único nivel RAID de la especificación original que no se utiliza.

Funciona con "striping" de datos a nivel de bit en todos los discos, dedicando algunos de estos a almacenar información de verificación y corrección de errores (error checking and correcting, ECC). Los discos son sincronizados por la controladora para

funcionar al unísono, generando tasas de transferencias extremadamente altas.



Número de discos requeridos: Se precisa un mínimo de tres (3) discos.

Ventajas: Buena protección de la información en caso de fallos del disco.

La tasa de transferencia de datos puede llegar a ser extremadamente alta.

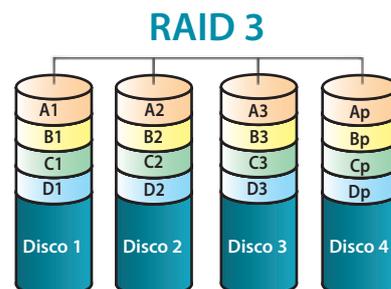
Desventajas: Elevado coste. Según el tipo de configuración requiere un gran número de discos. La controladora resulta ser muy específica, compleja y costosa.

RAID 3: "array" de discos con "striping" a nivel byte y paridad dedicada.

Es un nivel raramente utilizado.

Opera con "striping" de datos a nivel byte y dedica un disco del "array" para almacenar la información de paridad que permitirá reconstruir la información en caso de fallos.

Toda la información se escribe en paralelo entre los discos del "array" mejorando el rendimiento del sistema gracias al incremento en la tasa de transferencia de datos que esta funcionalidad conlleva.



Número de discos requeridos: Se precisa un mínimo de tres (3) discos.

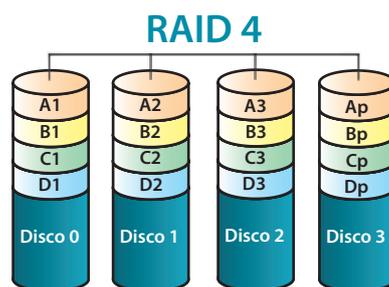
Ventajas: Elevada tasa de transferencia de datos tanto de lectura como de escritura con alta disponibilidad del "array".

Desventajas: Un disco de paridad dedicado puede convertirse en un cuello de botella porque cada cambio en el grupo RAID requiere un cambio en la información de paridad. No ofrece solución al fallo simultáneo de dos discos.

RAID 4: "array" de discos con "striping" a nivel bloque y paridad dedicada.

Opera con "striping" de datos a nivel bloque con un disco de paridad dedicado (similar a RAID 3 excepto que divide a nivel de bloque en lugar de a nivel de bytes). Ante el fallo de uno de los discos del "array", podremos, a partir de la información de paridad, reconstruir en un disco de reserva los datos de la unidad averiada.

RAID 4 puede atender varias peticiones simultáneas de lectura, siempre que la controladora lo soporte, y también de escritura, pero en este último caso al residir toda la información de paridad en un único disco, éste se convertiría en un cuello de botella para el sistema.



Número de discos requeridos: Se precisa un mínimo de tres (3) discos.

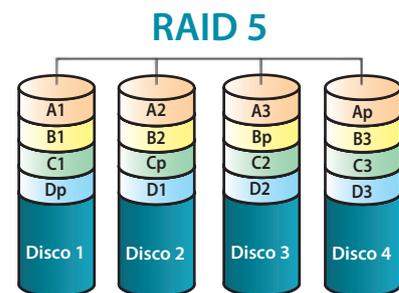
Ventajas: Alta disponibilidad del "array" con elevada tasa de transferencia de datos.

Desventajas: La controladora requerida es compleja y por tanto costa.

Un disco de paridad dedicado puede convertirse en un cuello de botella en escritura.

RAID 5: "array" de discos con "striping" a nivel bloque y paridad distribuida.

Por su bajo coste RAID 5 es una de las implementaciones más populares. Utiliza "striping" de datos a nivel de bloque distribuyendo la información de paridad entre todos los discos que conforman el "array". Esta combinación proporciona un excelente rendimiento y buena tolerancia a fallos.



Número de discos requeridos: Se precisa un mínimo de tres (3) discos.

Ventajas: Proporciona un buen rendimiento con mínima pérdida de capacidad de almacenamiento. Aporta un nivel de redundancia suficiente para ser considerado tolerante a fallos.

Desventajas: Menores prestaciones que en RAID 1. No ofrece solución al fallo simultáneo en dos discos.

Cuando las aplicaciones requieren muchas escrituras de tamaño inferior a la división de datos establecida (stripe), el rendimiento ofrecido por RAID 5 no es el óptimo.

RAID 5 precisa al menos tres discos aunque las implementaciones más habituales están formadas por "array's" con cinco unidades.

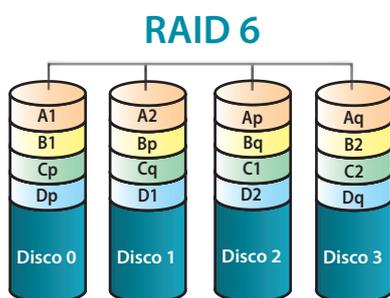
RAID 5E.

El término RAID 5E hace referencia a la variante de RAID 5 que incorpora discos de reserva. Estos discos pueden estar en modo conectados y preparados (hot spare) o simplemente en espera (standby spare), para cubrir los fallos de cualquiera de las unidades que conforman el "array". No representan mejora en el rendimiento del sistema, pero minimizan las labores de administración cuando se producen fallos y reducen el tiempo de reconstrucción (en configuraciones con discos hot spare). Técnicamente un disco de reserva no forma parte del "array" hasta que uno de los discos falla y se reconstruye la información sobre él.

RAID 6: "array" de discos con "striping" a nivel de bloque y doble paridad distribuida.

Dado su coste, existen pocas implementaciones comerciales. Funciona con "striping" de datos a nivel de bloque con doble paridad distribuida entre todos los discos y en una posición diferente para cada división (stripe), proporcionando protección ante fallos tanto por averías en discos como en la reconstrucción de discos.

RAID 6 es ineficiente cuando el "array" está formado por una cantidad pequeña de discos.



Número de discos requeridos: Se precisa un mínimo de cuatro (4) discos.

Ventajas: Tolerancia a fallos extremadamente alta. Permite el fallo de hasta dos discos.

Desventajas: Utiliza el equivalente a dos unidades de disco para funciones de paridad por lo que el coste por megabyte "útil" es mayor.

Las operaciones de escritura se ven penalizadas por los cálculos implícitos a la doble paridad.

Mayor coste que otros niveles RAID.

RAID 6 no es uno de los niveles incluidos en la especificación original de RAID.

RAID 6E.

Idéntico a RAID 5E pero aplicado a un "array" RAID 6. Es decir se trata de un RAID 6 que incluye discos de reserva en modo "hot spare" o "standby spare".

2) Niveles RAID anidados o híbridos.

Muchas controladoras permiten combinar niveles RAID, es decir, que un RAID pueda usarse como elemento básico de otro en lugar de discos físicos. La nomenclatura de los RAID anidados es normalmente el resultado de la unión de los números correspondientes a los niveles RAID usados. Por ejemplo, RAID 01 es el resultado de combinar RAID 0 con RAID 1 (en este caso se suele utilizar la nomenclatura RAID 0+1 para evitar confusiones con RAID 1). Conceptualmente consiste en múltiples "arrays" de nivel 0 con un nivel 1 encima que agrupa dichos niveles 0 (ver imagen más abajo).

Como puede deducirse anidar niveles RAID tiene por objetivo combinar un determinado nivel RAID que proporcione redundancia con otro que aumente el rendimiento del sistema, y la prioridad que le demos a dichas funcionalidades determinará cual de los dos será el de mayor nivel.

Los niveles RAID anidados más conocidos son:

- **RAID 01 (0+1):** Un espejo de divisiones ("Stripes").
- **RAID 10:** Una división de espejos.
- **RAID 30:** Una división de niveles RAID con paridad dedicada.
- **RAID 50:** Una división de niveles RAID con paridad distribuida.
- **RAID 60:** Una división de niveles RAID con doble paridad distribuida.
- **RAID 100:** Una división de una división de espejos.
- **RAID 101:** Un Espejo de espejos.

A continuación se explican el funcionamiento de los dos primeros, a partir de los cuales el lector podrá deducir la operativa de los restantes RAIDs anidados.

RAID 01 (0+1): Un espejo de RAID 0.

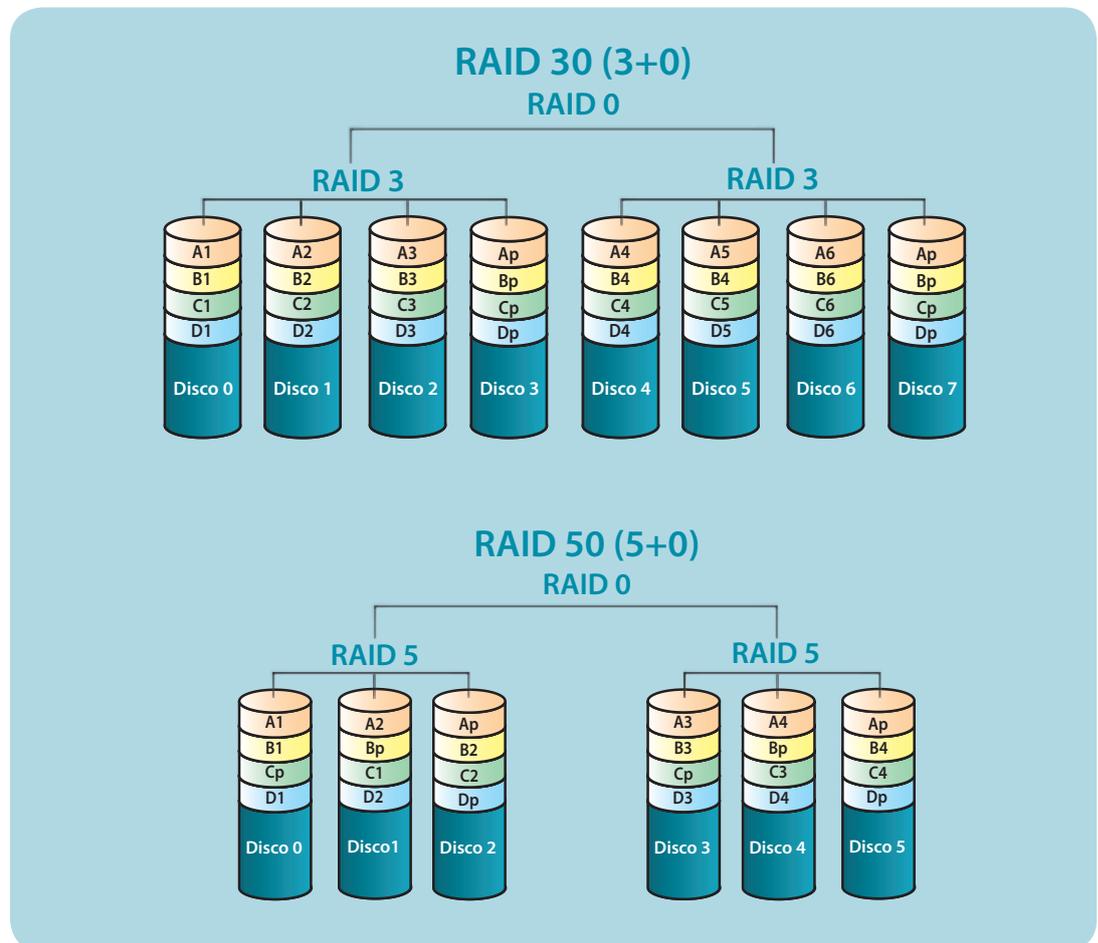
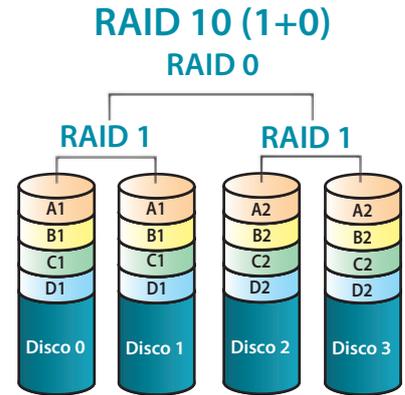
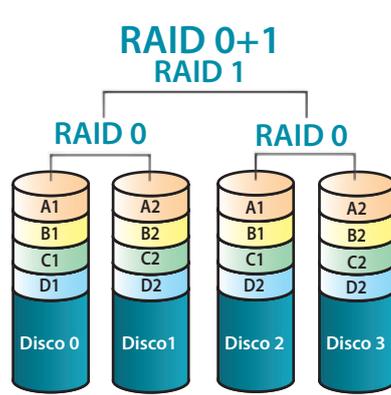
Primero se crean dos RAID 0 y luego, sobre los anteriores, se crea un RAID 1 para dotar al "array" de funcionalidad espejo.

La ventaja de un RAID 0+1 es que cuando un disco duro falla, los datos perdidos pueden ser copiados del otro conjunto de nivel 0. Variantes de este nivel anidado con mayor tolerancia a fallos son RAID 0+1+5 y RAID 0+1+6.

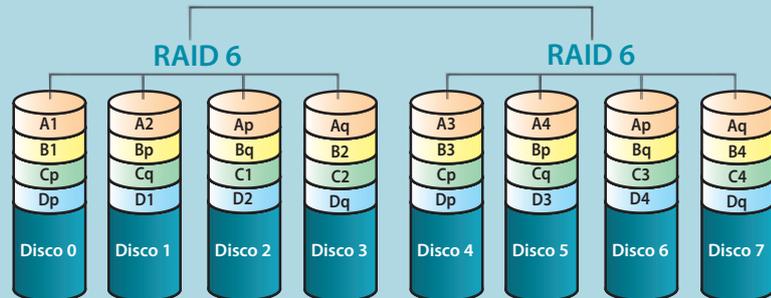
RAID 10 (1+0): Un RAID 0 de Espejos.

Primero se crea un espejo RAID 1 y luego, sobre los anteriores, se establece un RAID 0. El resultado es un "array" dotado de redundancia con una mejora de rendimiento al no precisar escritura de paridad.

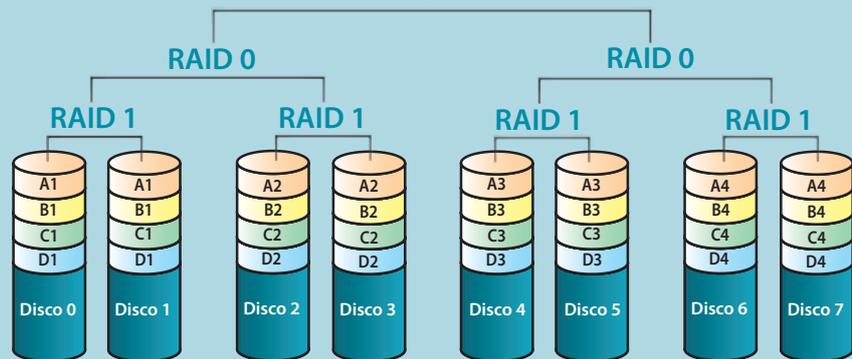
Para que no se pierdan datos cada RAID 1 deberá mantener al menos uno de sus discos sin fallos.



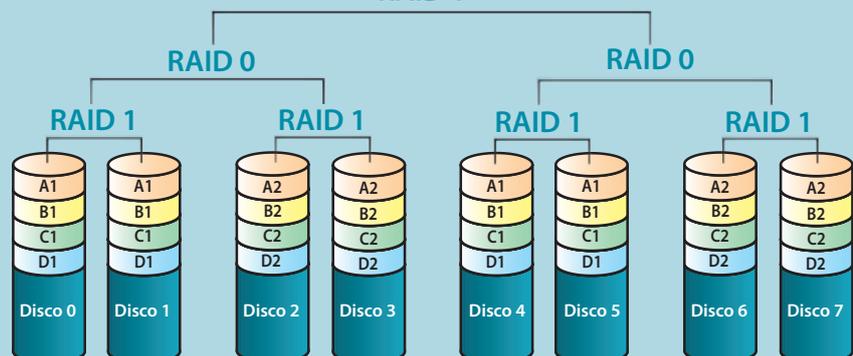
RAID 60 (6+0) RAID 0



RAID 100 (10+0) RAID 0



RAID 101 (10+1) RAID 1



3) RAID propietarios.

En general las implementaciones de RAID realizadas por cada fabricante presenta algunas particularidades sobre la especificación original, sin embargo algunas compañías han desarrollado soluciones RAID totalmente propietarias. Entre ellas mencionar:

- RAID 1.5: Desarrollado por HighPoint.
- RAID 50EE: Desarrollado por Himperia.
- RAID 7: Desarrollado por Storage Computer Corporation.
- RAID S (Parity RAID): Desarrollado por EMC Corporation.
- RAID Z: Desarrollado por Sun Microsystem.
- SERVER RAID: Desarrollado por IBM.

¿Qué nivel RAID debo utilizar?

El nivel RAID determina la tolerancia a fallos proporcionada por el sistema, el rendimiento en cuanto a tasa de transferencia de datos, y por último la forma de distribución de datos entre los discos que conforman el "array".

El nivel adecuado de RAID a utilizar depende de básicamente de dos factores:

- La aplicaciones que vayamos a utilizar.
- La inversión que estemos dispuestos a realizar.

Cada aplicación presenta unos requerimientos concretos en cuanto a rendimiento y tolerancia a fallos. En función de la importancia que tenga cada uno de estos podremos determinar el nivel RAID más idóneo.

Sea cual sea nuestra situación de forma generalista podemos decir que:

- **RAID 0:** Presenta la más alta tasa de transferencia pero sin tolerancia a fallos. Resulta especialmente apropiado para aplicaciones que requieran operaciones secuenciales con ficheros de gran tamaño donde el rendimiento sea más importante que la seguridad de los datos (p.ej. servidores de BBDD, vídeo, imágenes, CAD/CAM, ...).
- **RAID 1:** Resulta más lento que un disco individual si bien aporta redundancia total. Está diseñado para entornos donde el rendimiento de lectura o la disponibilidad de la información han de ser altos, y donde la recuperación de datos no es asumible o

resulta muy costosa (p.ej. aplicaciones financieras o de gestión, ...).

- **RAID 2:** Es adecuado para aplicaciones que demanden una altísima tasa de transferencia de datos, no siendo la opción idónea para aquellas que precisen una elevada tasa de I/O (no existen implementaciones comerciales de este nivel de RAID).
- **RAID 3:** Especialmente indicado para sistemas mono-usuario y aplicaciones que requieran transferencia de archivos de datos de un gran tamaño (vídeo, imágenes, data warehouse, ...). En la actualidad raramente se utiliza.
- **RAID 4:** Idóneo para almacenar fichero de gran tamaño (p.ej. aplicaciones gráficas).
- **RAID 5:** Es recomendable para entornos de procesamiento de transacciones donde el nivel de entrada/salida y de lectura/escritura resultan intensos (p.ej. videovigilancia, servidor de aplicaciones y/o archivo para empresas).
- **RAID 6:** Diseñado para entornos donde la disponibilidad de la información es extremadamente crítica y prevalece sobre cualquier otro aspecto. Es similar a RAID 5 pero con mayor nivel de tolerancia a fallos (p.ej. cualquier aplicación de las denominadas "de misión crítica").
- **RAID 10:** Pensado para entornos que requieran alto rendimiento y tolerancia a fallos (p.ej. servidores de bases de datos).
- **RAID 50:** Presenta una mayor tolerancia a fallos que RAID 5 a la vez que mantiene la tasa de transferencia de éste (p.ej. aplicaciones "de misión crítica" con alto requerimiento y tolerancia a fallos).
- **RAID 60:** Aporta un rendimiento de RAID 6 pero con mayor tolerancia a fallos. En términos de rendimiento global resulta ligeramente inferior a RAID 50 siendo este hecho despreciable cuando lo prioritario es la seguridad y protección de los datos (p.ej. cualquier aplicación que requiera máxima tolerancia a fallos).

D-Link[®]
Building Networks for People

Teléfono: 934 090 770
www.almacenamientodlink.es
www.youtube.com/user/DLINKIberiaTV
www.dlink.es