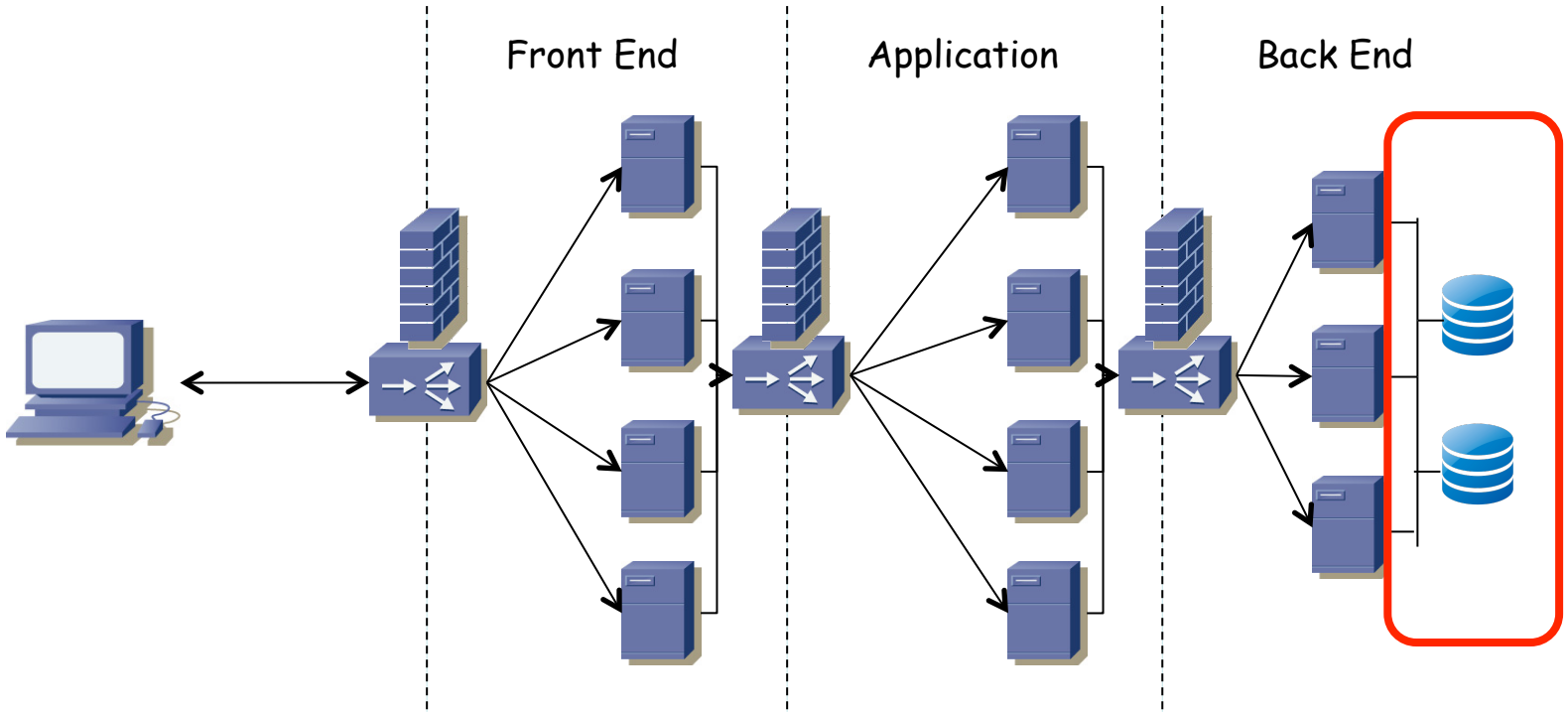
Almacenamiento

Servicios y almacenamiento

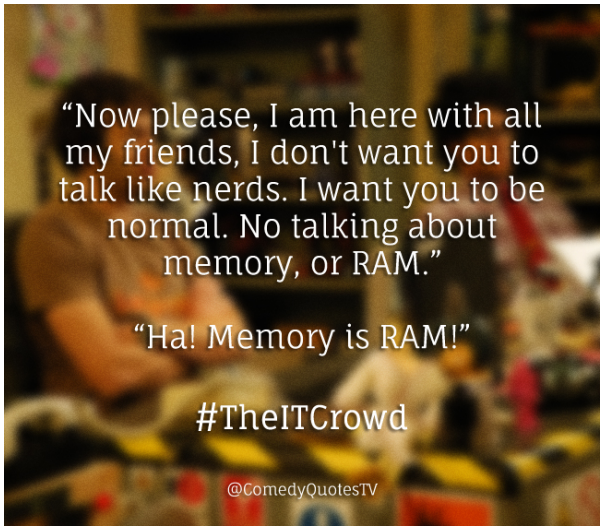
- Por supuesto todos los servidores lo necesitan
- Pero hemos visto que principalmente está en la capa más profunda del *backend*
- Veremos ahora cómo se implementa

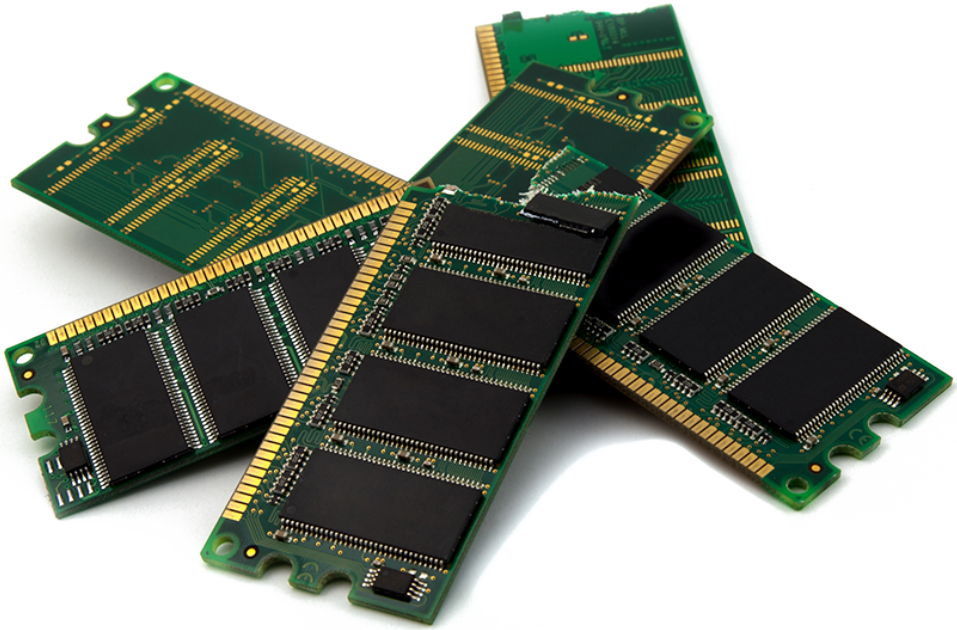


Sistemas de almacenamiento

Sistemas de almacenamiento

- Almacenamiento primario
  - Memoria RAM; volátil
  - Accesible directamente por la CPU
  - Acceso aleatorio
  - Pequeña capacidad y bajos tiempos de acceso



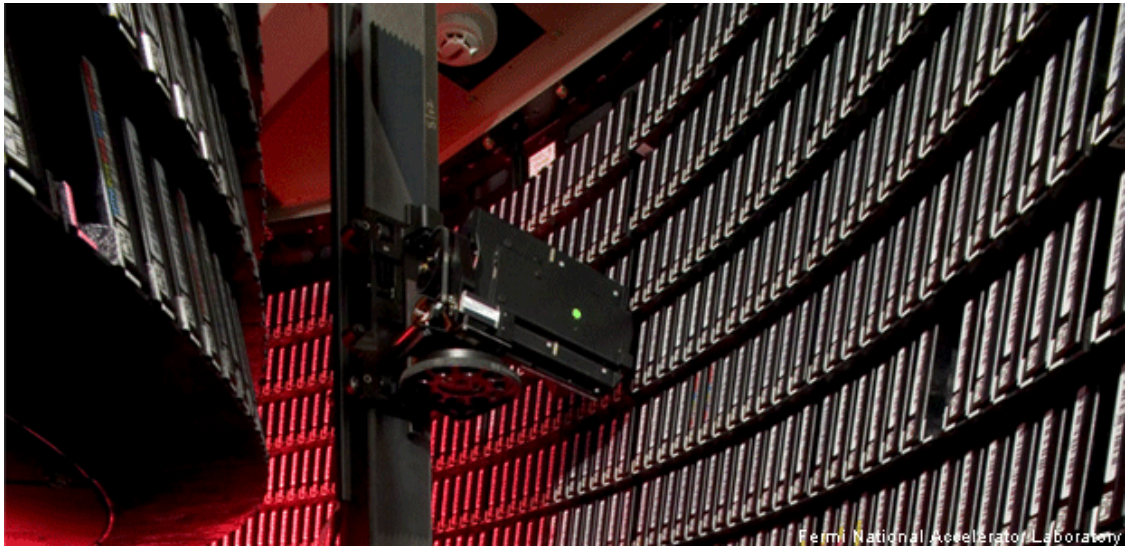


Sistemas de almacenamiento

- Almacenamiento primario
- Almacenamiento secundario
  - No volátil
  - No es accesible directamente por la CPU
  - Requiere dispositivos de entrada salida (I/O)
  - Mayor capacidad y mayores tiempos de acceso
  - Acceso aleatorio
  - Discos duros

Sistemas de almacenamiento

- Almacenamiento primario
- Almacenamiento secundario
- Almacenamiento terciario
  - Sistemas de almacenamiento removibles
  - Tiempos de acceso aún mayores pero coste por GB menor
  - Empleados para almacenamiento "*long term*"
  - Cintas (desde los 50s) de acceso secuencial
  - Pueden almacenar centenares de petabytes (y hasta exabytes)



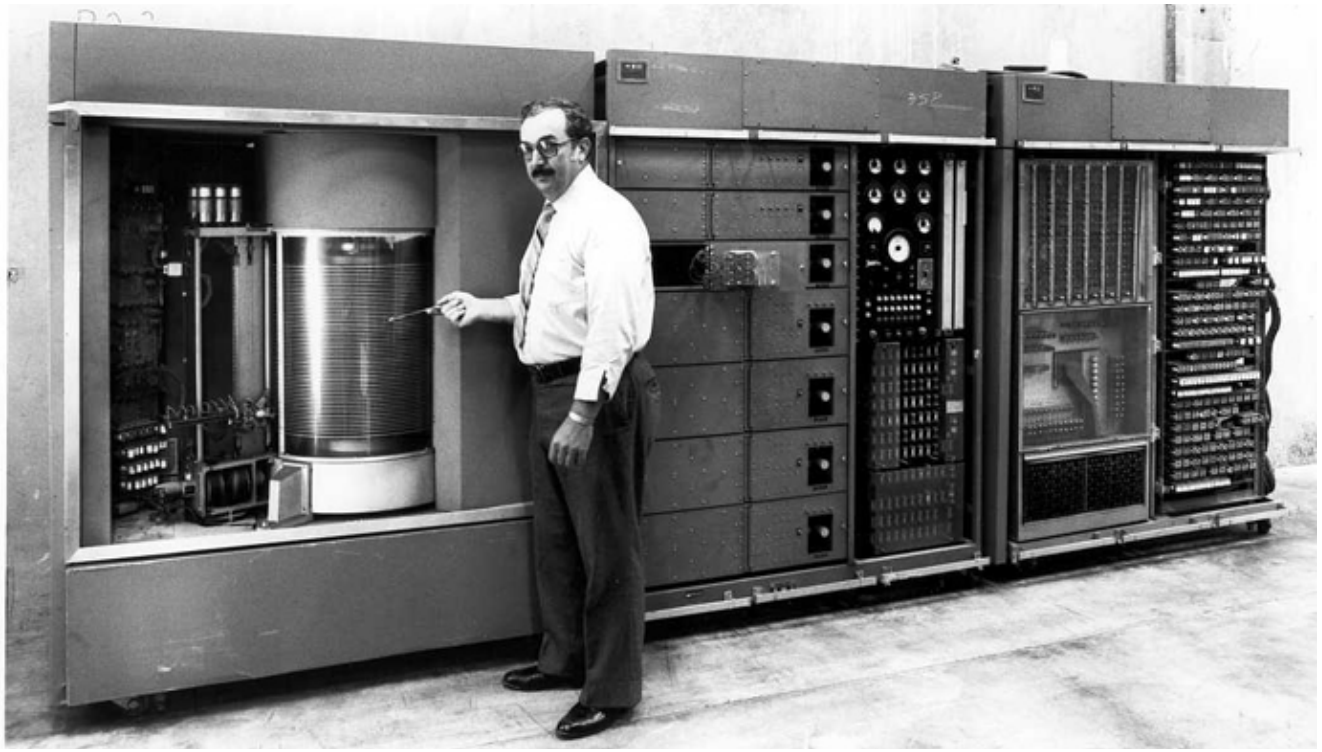
El disco duro

Almacenamiento secundario

- Mainframes empleaban cintas magnéticas

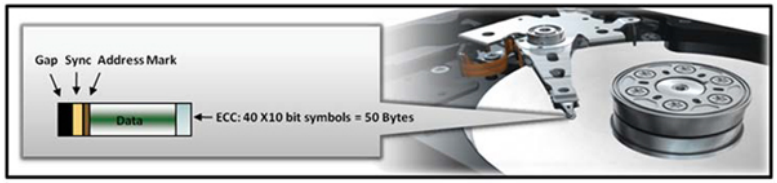
Almacenamiento secundario

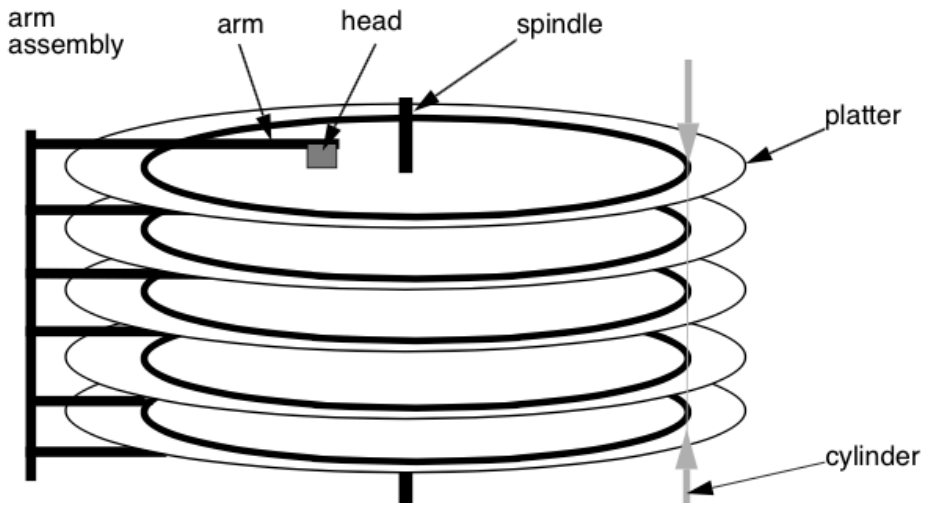
- A mediados de los 50 surge el disco duro o *"hard disk drive"*
- Sigue siendo magnético pero en lugar de una cinta son platos

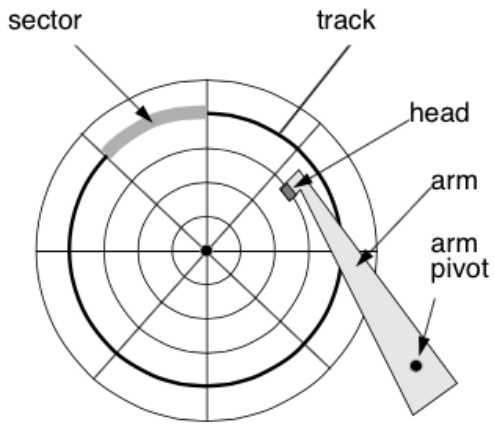


Arquitectura del disco

- Platos (*platters*): material magnético
- Pistas (*tracks*): trayectoria circular
- Sectores: unidad mínima direccionable, todos del mismo tamaño, tradicionalmente 512 Bytes (hay ahora unidades con 4 KiB)
- Cilindros: pila vertical de pistas
- El tamaño del disco (en pulgadas) condiciona su capacidad y consumo
- Brazo y cabeza de lectura/escritura (por cada plato)
- Eje de rotación (*spindle*)

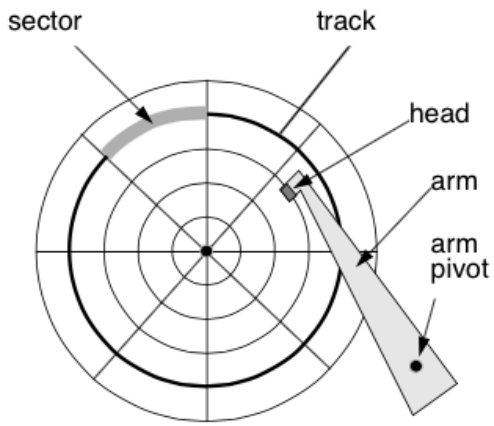






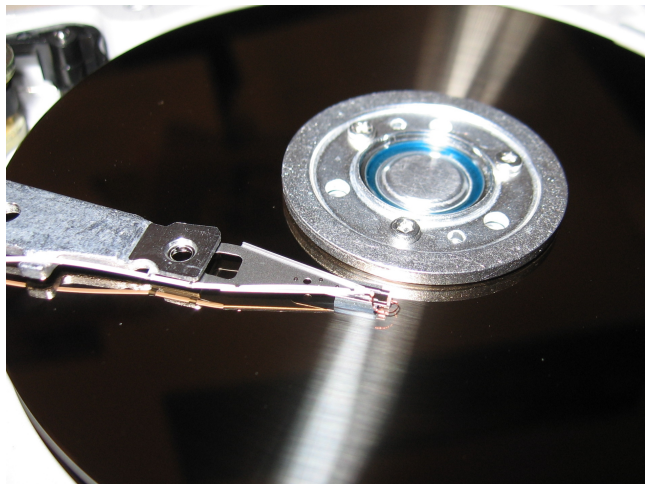
Rotación del disco

- Todos los platos rotan al unísono
- Típicas velocidades de rotación: 7.200 rpm, 10.000 rpm, 15.000 rpm
- La cabeza debe avanzar hasta la pista donde están los datos
- Debe esperar a que el plato rote hasta que el sector que busca se encuentre debajo
- Entonces podrá leer o escribir (no a la vez)
- Lee del cilindro, así que cuando termina la pista pasa a la del mismo cilindro en otro disco
- Esas 4 operaciones llevan tiempo (posicionarse, esperar a que gire, leer/escribir y opcionalmente cambiar de plato o de pista)



Tiempos básicos

- "*Seek time*": Tiempo necesario para colocar la cabeza lectora en la pista deseada
- "*Rotational latency*": Tiempo de espera a que el sector deseado alcance la cabeza
- "*Transfer time*": Tiempo para transferir los datos del/al sector
- "*Bus transfer time*": el protocolo del bus (SCSI, SATA) añade mensajes (handshakes)



(rpm)	Avg. rot. (ms)
5400	5.5
7200	4.2
10000	3
15000	2

Discos SSD

- *Solid State Disk*
- En realidad no es un “disco” sino memoria, pero la utilizamos como almacenamiento permanente
- NAND Flash
- No tiene sentido hablar de tiempo de posicionar la cabeza lectora o de esperar a que rote el disco
- Estamos hablando de tiempos de acceso en el orden de los microsegundos
- Hasta hace unos pocos años no han tenido un precio que fuera compatible con sus ventajas

Discos “internos”

- En caso de fallos hardware los discos internos complican y enlentecen la reparación
- En el entorno servidor lo más común es que sean “cambiables en caliente” (*hot swappable*)
- En el caso del servidor el disco interno suele mantener el sistema operativo y caches
- Los datos estarán en discos externos

Cabinas de discos

- Las cabinas de discos (*disk array*) pueden incluir una *controladora*
- Puede estar integrada con la cabina o con el servidor
- La cabina controla los discos y ofrece algún interfaz de acceso para el servidor (o los servidores)
- Los servidores podrán acceder a volúmenes lógicos creados en esos discos
- La controladora contará con una cache (RAM o flash)
- Puede contar con fuentes de alimentación redundantes

RAID

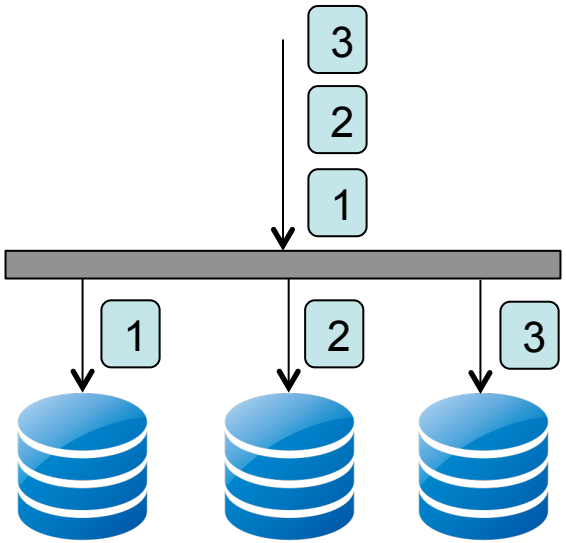
RAID

- *Redundant Array of Independent (Inexpensive) Disks*
- Varios discos que de cara al usuario (el servidor) se comportan como un solo volumen
- Los diferentes tipos de RAID se denominan mediante un “nivel”
- RAID level 0, RAID level 1, etc
- En comparación con *Just a Bunch Of Disks* (JBOD)

RAID levels

RAID 0

- *Disk stripping*
- Se reparten los datos entre varios discos
- Esto permite mayores velocidades de transferencia
- No hay redundancia
- Un fallo en un disco es irrecuperable
- Cualquier número de discos (mayor que 1)

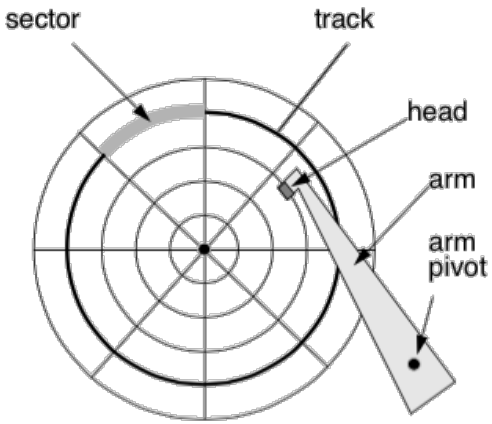


RAID levels

RAID 0

- *Disk stripping*
- Se reparten los datos entre varios discos
- Esto permite mayores velocidades de transferencia
- No hay redundancia
- Un fallo en un disco es irrecuperable
- Cualquier número de discos (mayor que 1)

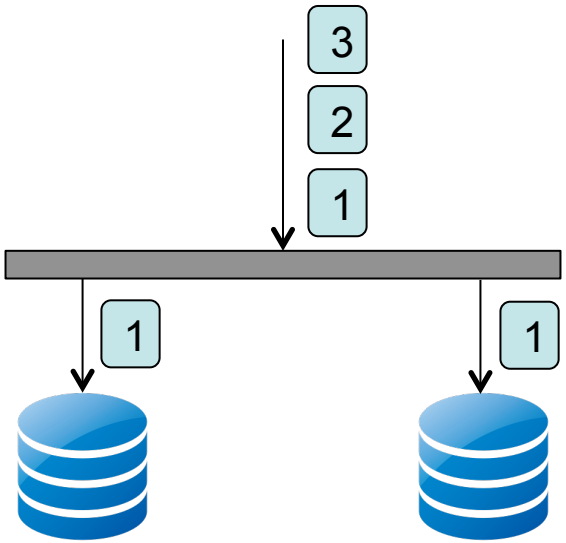
- *Slicing*
  - La velocidad lineal es superior en las pistas exteriores
  - Se puede aumentar la velocidad creando el RAID empleando solo esos sectores



RAID levels

RAID 1

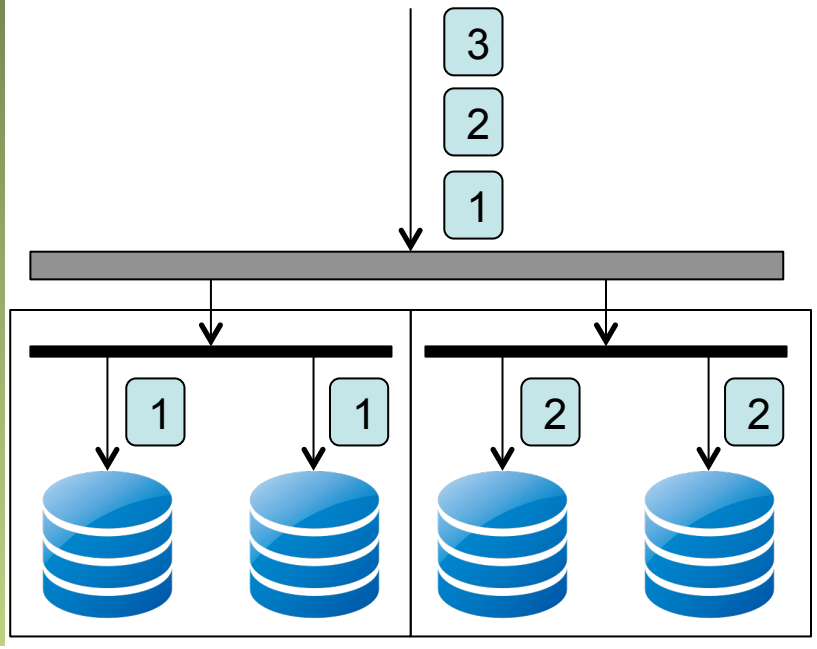
- *Mirroring*
- Los datos se replican
- Requiere al menos 2 discos
- No mejora la velocidad per sí da protección
- Ante un fallo en un disco el RAID puede seguir funcionando
- Se puede sustituir el disco defectuoso y la controladora reconstruye el *mirror*
- La reconstrucción reduce el rendimiento del disco

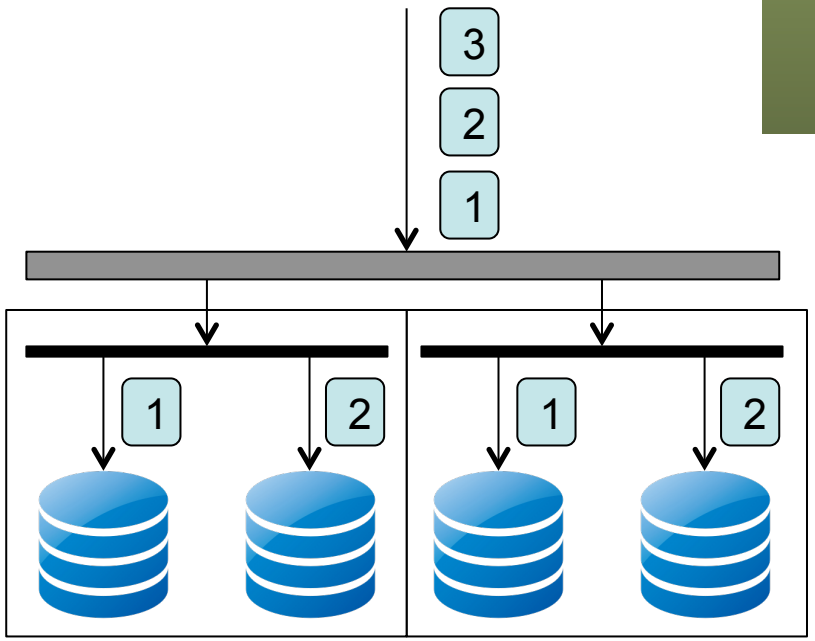


RAID levels

RAID 1+0 (RAID 10)

- Combina *mirror* y *stripe*
- También se habla de RAID 0+1
- Requiere al menos 4 discos
- Soporta un fallo doble según qué discos fallen

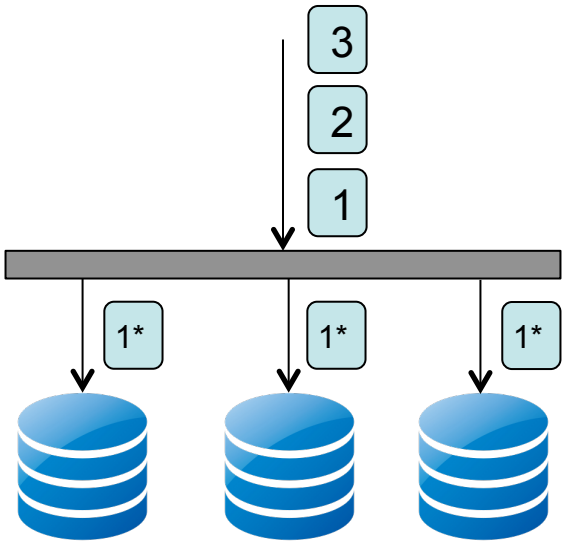




RAID levels

RAID 2

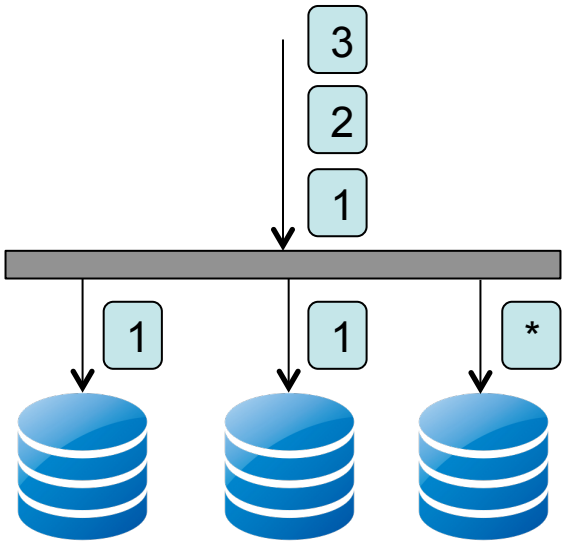
- Emplea códigos de corrección de errores (Hamming)
- Reparte el fichero por los discos (mejora velocidad)
- La rotación de los discos está sincronizada
- Soporta el fallo de un disco
- No se emplea (códigos de corrección ya emplean los discos)



RAID levels

RAID 3

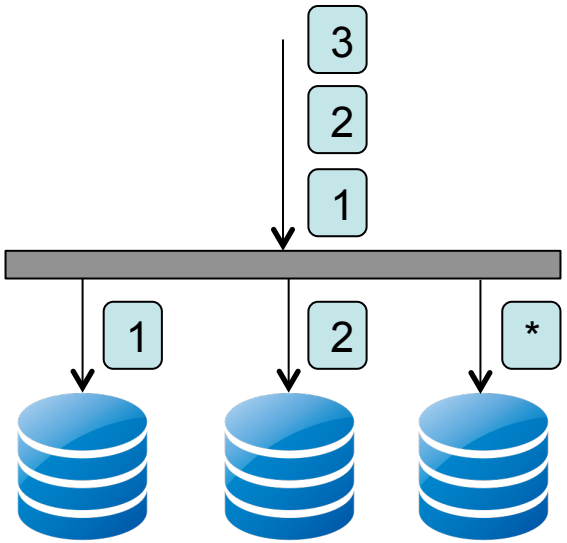
- Los datos de un bloque están distribuidos a nivel de byte entre los discos
- Una operación I/O emplea todos los discos simultáneamente
- Mejora la velocidad para aplicaciones con un solo flujo de lectura o escritura
- Uso infrecuente (obsoleto)



RAID levels

RAID 4

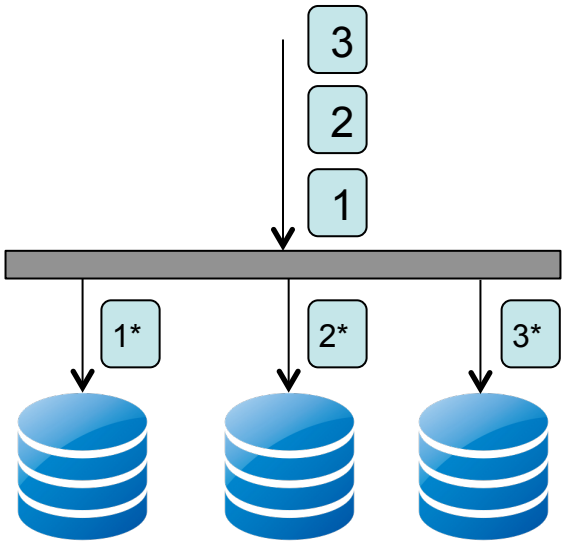
- Se hace *striping* a nivel de bloques
- Se emplea un disco para paridad
- Mejora la velocidad de lectura porque los datos están repartidos
- En escritura sufre bloqueo pues al tener que escribir la paridad se tiene que hacer en serie para las diferentes peticiones
- Uso infrecuente



RAID levels

RAID 5

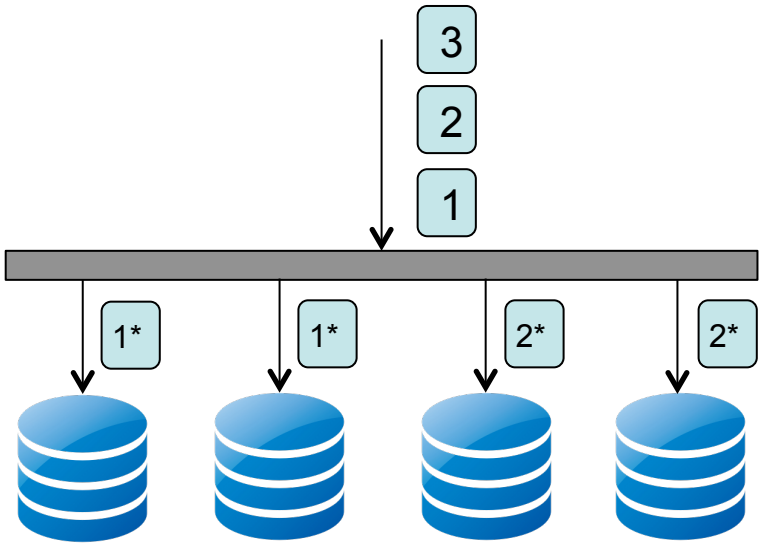
- Se hace *striping* a nivel de bloques
- Se guarda paridad pero no está en el mismo disco la paridad de todos los bloques sino que se reparte por los discos
- Mejora la velocidad de lectura porque los datos están repartidos
- Mejora la velocidad de escritura porque dos escrituras diferentes podrían no coincidir en el disco en el que guardar la paridad
- Menor probabilidad de coincidir cuantos más discos (mayor velocidad)



RAID levels

RAID 6

- Requiere al menos 4 discos
- Se calcula doble paridad, distribuida por los discos
- Sobrevive a fallos dobles

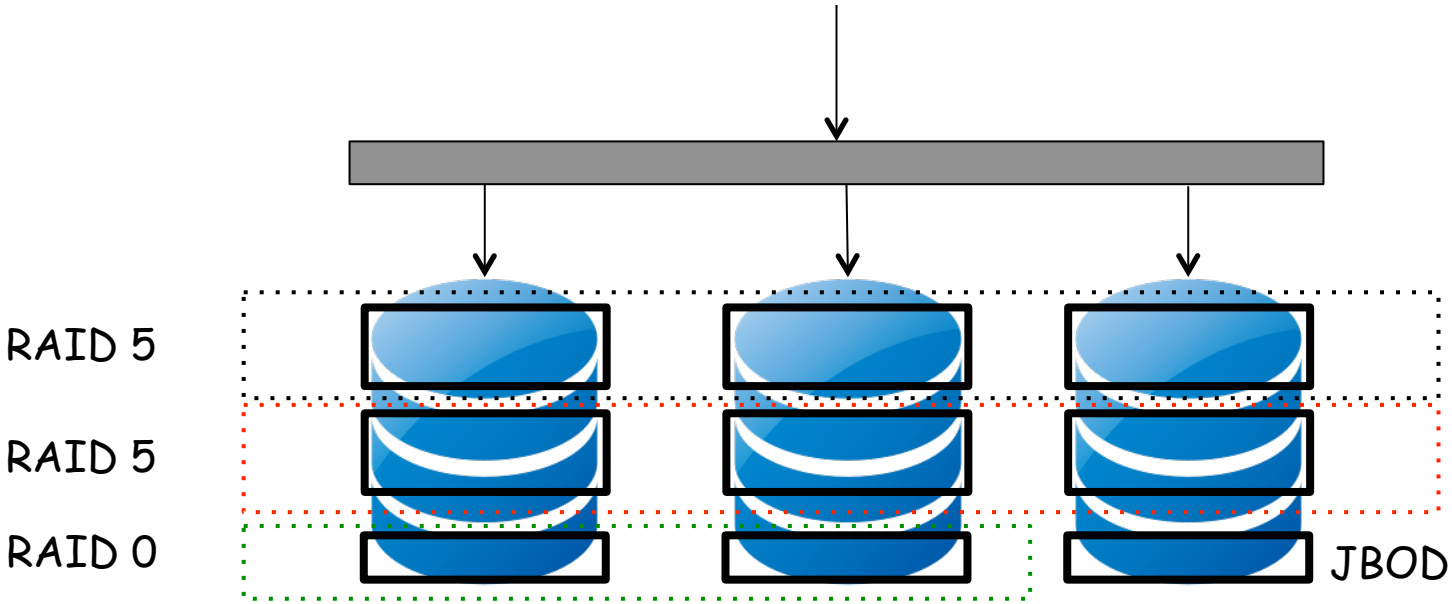


RAIDs y particiones

- Queremos distribuir el RAID entre discos físicos para
  - Protección ante fallo de disco
  - Aumentar velocidad
- Es decir, no tiene mucho sentido hacer un RAID 5 con 3 particiones de un mismo disco
- (…)

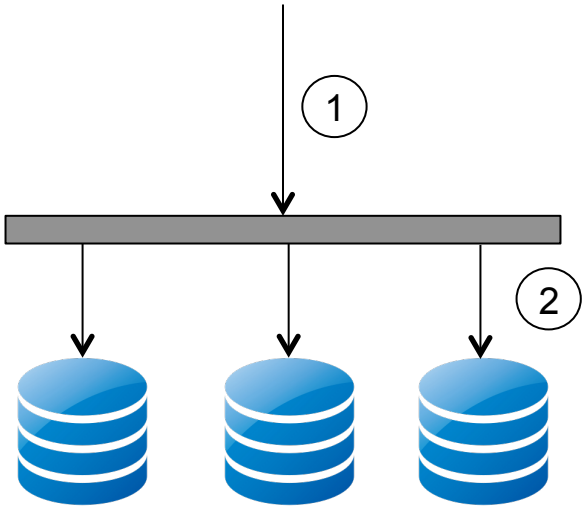
RAIDs y particiones

- Queremos distribuir el RAID entre discos físicos para
  - Protección ante fallo de disco
  - Aumentar velocidad
- Es decir, no tiene mucho sentido hacer un RAID 5 con 3 particiones de un mismo disco
- Sin embargo sí podría tener sentido entre varios discos
- De todos modos no es frecuente cuando la escala del sistema es grande



Interfaces

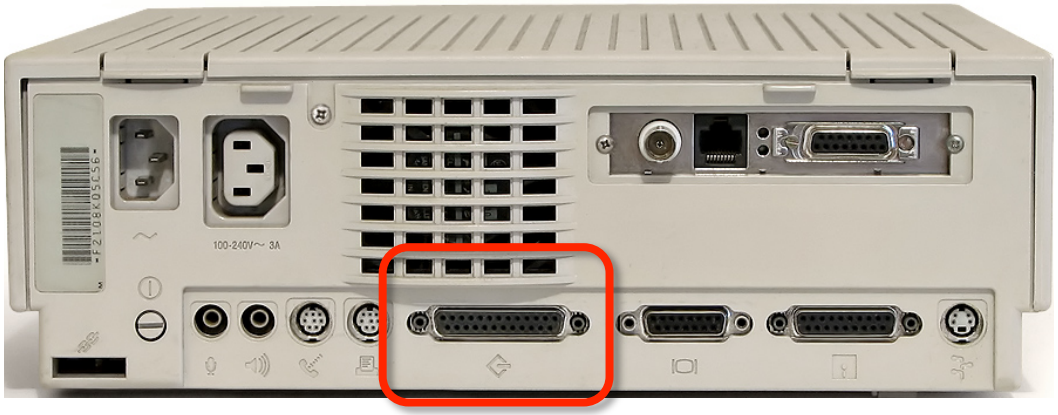
- Tenemos 2 interfaces
- El primero (*front-end*) de ellos es desde el host (el ordenador) a la controladora
- El segundo (*back-end*) es desde ésta a los discos
- Cuando el disco es interno simplemente no existe el *front-end*
- El acceso desde el host puede ser a bloques, a ficheros o a registros



Acceso a bloques

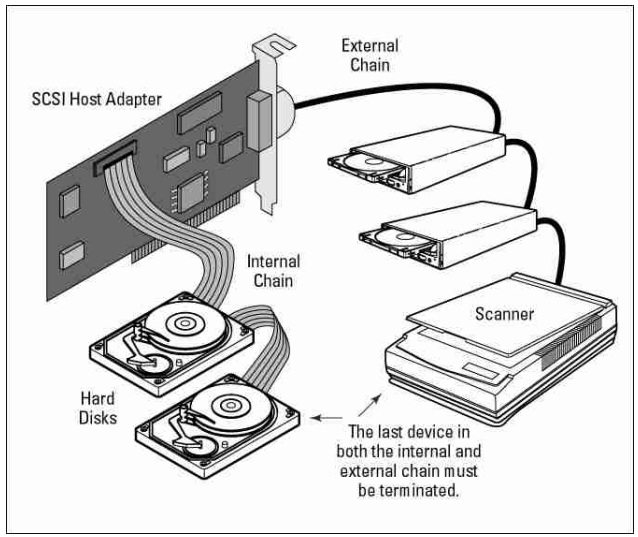
SCSI

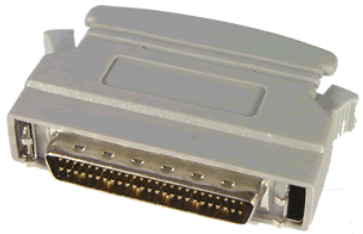
- *Small Computer System Interface*
- Desarrollado por el *International Committee for Information Technology Standards (INCITS)* en los 80s
- Define cómo transferir datos entre ordenadores y periféricos
- Se transfiere a nivel de bloque
- Eso implica comandos, protocolos e interfaces físicos
- Los periféricos más habituales son discos duros pero también ha habido impresoras, scanners, etc.



SCSI bus

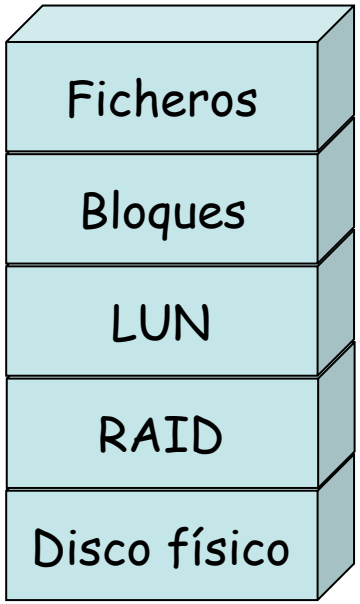
- El medio físico es un bus paralelo
- La comunicación es half-duplex
- Dispositivos encadenados
- El bus requiere un terminador
- Un elemento es el "*Initiator*", normalmente la controladora en el ordenador que accede a los periféricos
- Cada dispositivo (*target*) tiene un identificador numérico que implica también la prioridad del mismo

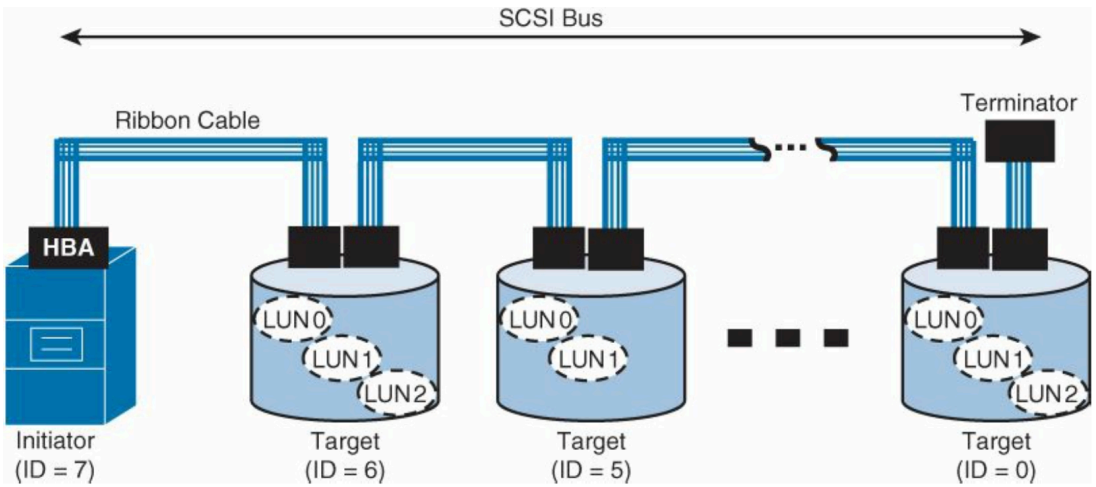




SCSI bus

- El iniciador direcciona unidades lógicas (“*logical units*”)
- Cada una de las cuales se identifica con un *Logical Unit Number* (*LUN*)
- Discos duros pueden tener más de un LUN
- La controladora SCSI es lo que se llama un *Host Bus Adapteer (HBA)*
- Los comandos principales en el bus son simplemente “Read” y “Write” aunque hay otros para diagnóstico, formateo, etc.





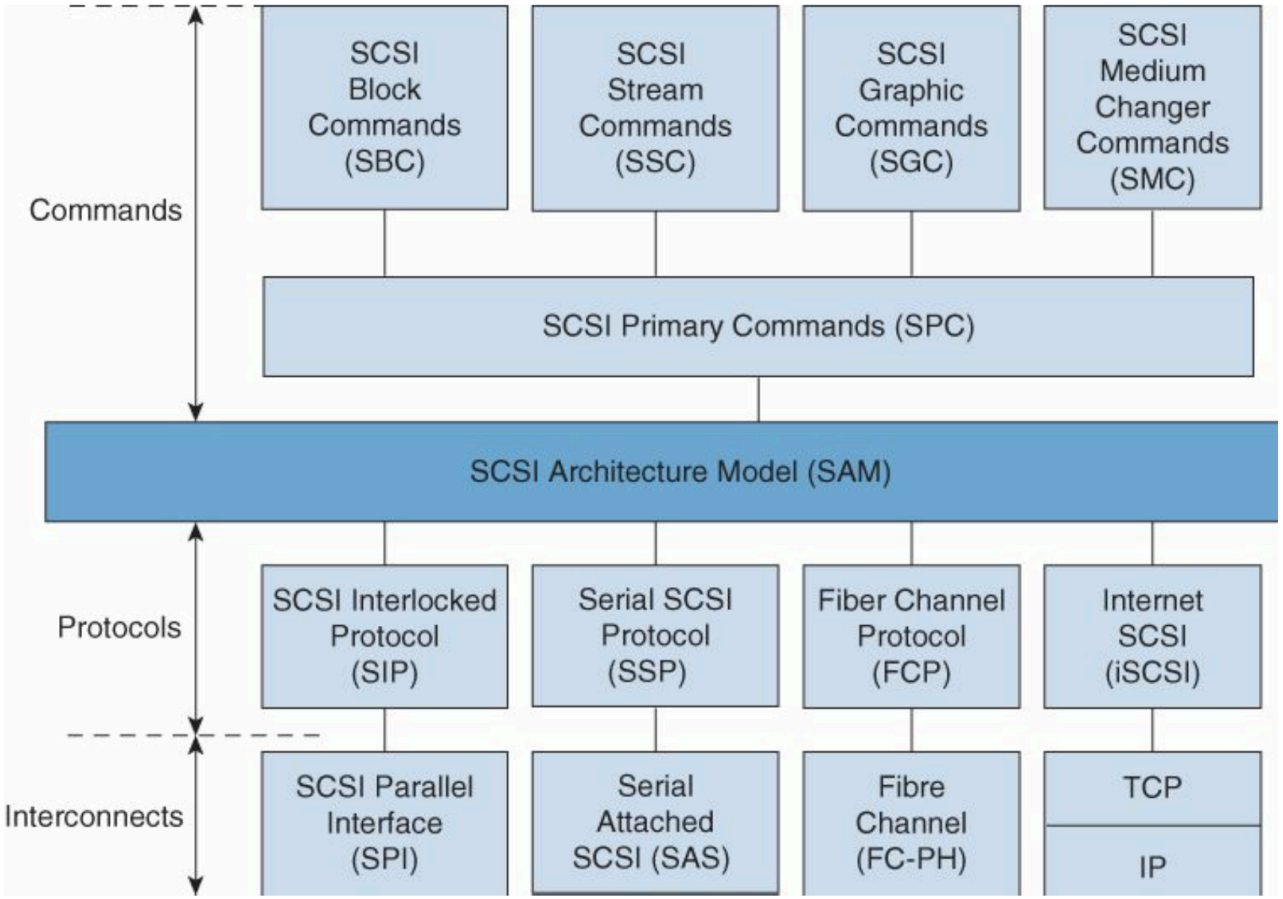
G.A.A.Santana, “Data Center Virtualization Fundamentals”, Cisco Press

Versiones de SCSI

- SCSI-1 o el SCSI original
  - 5 Mbytes/s
  - Hasta 8 dispositivos en el bus (numerados de 0 a 7) incluyendo el iniciador
  - Conector Centronics, 50 pines
- Versiones posteriores: SCSI-2, SCSI-3, Fast SCSI, Wide SCSI, Ultra SCSI, Ultra Wide SCSI, Ultra 160 SCSI, Ultra 320 SCSI…
- Aumentan la anchura del bus, la velocidad, el número de dispositivos en el mismo
- Versiones hasta 640Mbps, 16 dispositivos, 25 metros
- Se encuentra con limitaciones debidas al cable paralelo

SCSI hoy en día

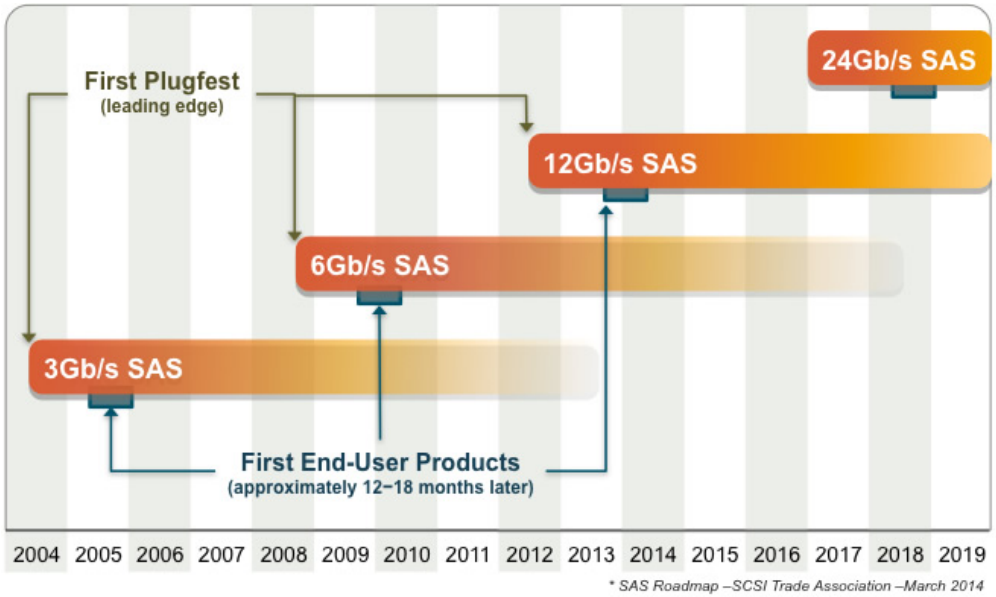
- Se ha independizado el protocolo (los comandos) del interfaz físico
- Ha evolucionado hacia nuevos medios físicos
- (…)



G.A.A.Santana, "Data Center Virtualization Fundamentals", Cisco Press

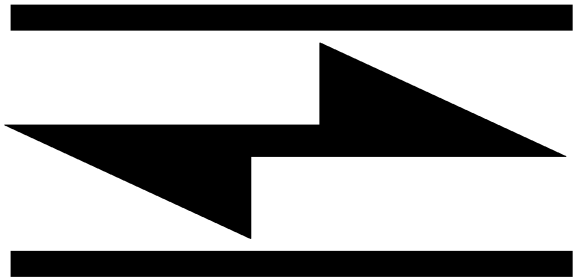
SCSI hoy en día

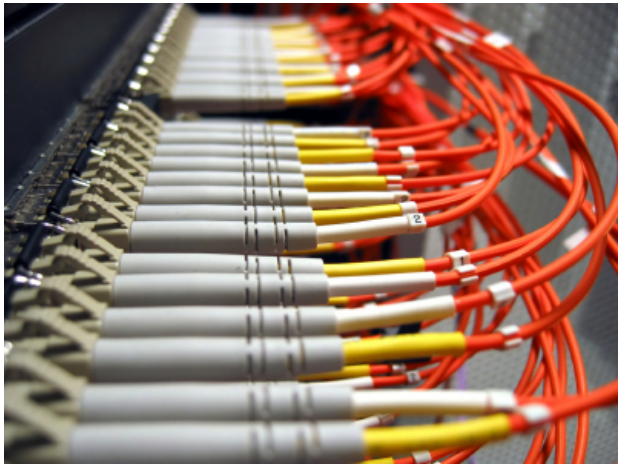
- Se ha independizado el protocolo (los comandos) del interfaz físico
- Ha evolucionado hacia nuevos medios físicos
- SAS = *Serial Attached SCSI*
  - Se abandona el cable paralelo por un medio serie
  - Se abandona el bus por enlace punto-a-punto
  - Hoy en día tasas de hasta 12 Gbps y hasta 10 m
- (…)



SCSI hoy en día

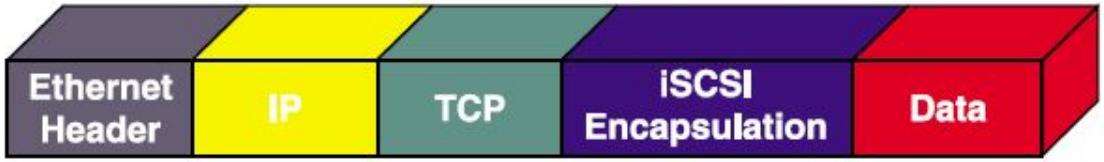
- Se ha independizado el protocolo (los comandos) del interfaz físico
- Ha evolucionado hacia nuevos medios físicos
- SAS = *Serial Attached SCSI*
- *Fibre Channel*
  - Normalmente sobre fibra (no necesariamente)
  - Una tecnología de red principalmente para almacenamiento
  - Que transporta comandos SCSI
  - Velocidades hoy en día de hasta 16 Gbps, distancias de kms
  - Transportable sobre WAN
- (…)





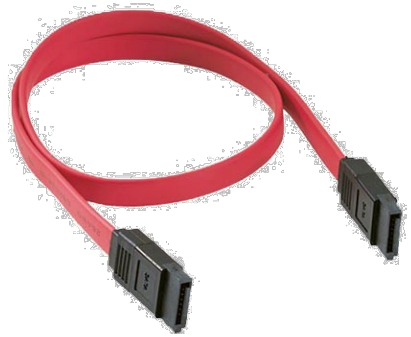
SCSI hoy en día

- Se ha independizado el protocolo (los comandos) del interfaz físico
- Ha evolucionado hacia nuevos medios físicos
- SAS = *Serial Attached SCSI*
- *Fibre Channel*
- iSCSI (*Internet SCSI*)
  - Comandos SCSI sobre una conexión TCP



Advanced Technology Attachment

- PATA (*Parallel ATA)* desarrollado por IBM, también conocido como IDE (*Integrated Drive Electronics*)
- Conjunto propio de comandos, también definido por INCITS
- ATAPI (*ATA Packet Interface*)
  - Lo extiende a otros dispositivos (CD-ROMs, DVD-ROMs, cintas)
  - Permite emplear comandos SCSI
- SATA (*Serial ATA*)
  - Típico hoy en día a 6 Gbps
  - Velocidades anunciadas de hasta 16 Gbps (SATAe)
- SAS y SATA
  - Compatibilidad mediante STP (*SATA Tunneling Protocol*)
  - Permite transportar comandos ATA sobre un medio SCSI



Almacenamiento en mainframe

- Mainframe tiene procesadores dedicados para el I/O
- Esto reduce la carga sobre las CPUs
- ESCON
  - Enterprise System Connection
  - Comunicación half-duplex
- FICON
  - *Fiber Connectivity*
  - Emplea Fibre Channel como transporte
  - Puede emplear SCSI sobre FC (por ejemplo para un LPAR con Linux)
  - O su propio protocolo SBCSS (*Single-Byte Command Code Set*)

Discos

Discos para escritorio

Seagate

Especificaciones	4 TB[1]	3 TB[1]	2 TB[1]	1 TB[1]	500 GB[1]
Números de modelo estándar	ST4000DM000	ST3000DM001	ST2000DM001	ST1000DM003	ST500DM002[2]
Números de modelo de Seagate Secure™	—	ST3000DM002	ST2000DM002	ST1000DM004	—
Nombre de modelo	Desktop HDD	Anteriormente Barracuda®	Anteriormente Barracuda	Anteriormente Barracuda	Anteriormente Barracuda
Opciones de la interfaz	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ
Rendimiento					
Caché, multisegmentada (MB)	64	64	64	64	16
Velocidades de transferencia SATA compatibles (Gb/s)	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5
Tiempo medio de búsqueda, lectura (ms)	12	<8,5	<8,5	<8,5	<8,5
Tiempo medio de búsqueda, escritura (ms)	12	<9,5	<9,5	<9,5	<9,5
Velocidad de transferencia de datos media, lectura / escritura (MB/s)	146	156	156	156	125
Velocidad de transferencia de datos sostenida máxima, lectura OD (MB/s)	180	210	210	210	144
Configuración / organización					
Cabezales / discos	8 / 4	6 / 3	4 / 2	2 / 1	2 / 1
Bytes por sector	4.096	4.096	4.096	4.096	4.096 o 512[2]
Voltaje					
Tolerancia del voltaje, incluido el ruido (5 V)	±5%	±5%	±5%	±5%	±5%
Tolerancia del voltaje, incluido el ruido (12 V)	±10%	+10% / –7,5%	+10% / –7,5%	+10% / –7,5%	+10% / –7,5%
Fiabilidad / Integridad de los datos					
Ciclos de inicio / parada de contacto	—	—	—	—	50.000
Ciclos de carga / descarga	300.000	300.000	300.000	300.000	—
Errores de lectura no recuperables por bits leídos, máx.	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}
Índice de carga de trabajo (TB/año)	55	55	55	55	55
Horas de funcionamiento	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
Garantía limitada (años) [3]	2	2	2	2	2

http://www.seagate.com/www-content/product-content/desktop-hdd-fam/es-es/docs/desktop-hdd-ds1770-5-1409es.pdf

Discos para escritorio

Seagate

Especificaciones	4 TB[1]	3 TB[1]	2 TB[1]	1 TB[1]	500 GB[1]
Números de modelo estándar	ST4000DM000	ST3000DM001	ST2000DM001	ST1000DM003	ST500DM002[2]
Números de modelo de Seagate Secure™	—	ST3000DM002	ST2000DM002	ST1000DM004	—
Nombre de modelo	Desktop HDD	Anteriormente Barracuda®	Anteriormente Barracuda	Anteriormente Barracuda	Anteriormente Barracuda
Opciones de la interfaz	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ
Rendimiento					
Caché, multisegmentada (MB)	64	64	64	64	16
Velocidades de transferencia SATA compatibles (Gb/s)	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5
Tiempo medio de búsqueda, lectura (ms)	12	<8,5	<8,5	<8,5	<8,5
Tiempo medio de búsqueda, escritura (ms)	12	<9,5	<9,5	<9,5	<9,5
Velocidad de transferencia de datos media, lectura / escritura (MB/s)	146	156	156	156	125
[illegible]	[illegible]	210	210	210	144
Configuración / organización					
Cabezales / discos	8 / 4	6 / 3	4 / 2	2 / 1	2 / 1
Bytes por sector	4.096	4.096	4.096	4.096	4.096 o 512[2]
Voltaje					
Tolerancia del voltaje, incluido el ruido (5 V)	±5%	±5%	±5%	±5%	±5%
Tolerancia del voltaje, incluido el ruido (12 V)	±10%	+10% / –7,5%	+10% / –7,5%	+10% / –7,5%	+10% / –7,5%
Fiabilidad / Integridad de los datos					
Ciclos de inicio / parada de contacto	—	—	—	—	50.000
Ciclos de carga / descarga	300.000	300.000	300.000	300.000	—
Errores de lectura no recuperables por bits leídos, máx.	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}
Índice de carga de trabajo (TB/año)	55	55	55	55	55
Horas de funcionamiento	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
Garantía limitada (años) [3]	2	2	2	2	2

NCQ = Native Command Queuing

http://www.seagate.com/www-content/product-content/desktop-hdd-fam/es-es/docs/desktop-hdd-ds1770-5-1409es.pdf

Discos para escritorio

Seagate

Especificaciones	4 TB[1]	3 TB[1]	2 TB[1]	1 TB[1]	500 GB[1]
Números de modelo estándar	ST4000DM000	ST3000DM001	ST2000DM001	ST1000DM003	ST500DM002[2]
Números de modelo de Seagate Secure™	—	ST3000DM002	ST2000DM002	ST1000DM004	—
Nombre de modelo	Desktop HDD	Anteriormente Barracuda®	Anteriormente Barracuda	Anteriormente Barracuda	Anteriormente Barracuda
Opciones de la interfaz	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ	SATA a 6 Gb/s con NCQ
Rendimiento					
Caché, multisegmentada (MB)	64	64	64	64	16
Velocidades de transferencia SATA compatibles (Gb/s)	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5	6,0 / 3,0 / 1,5
Tiempo medio de búsqueda, lectura (ms)	12	<8,5	<8,5	<8,5	<8,5
Tiempo medio de búsqueda, escritura (ms)	12	<9,5	<9,5	<9,5	<9,5
Velocidad de transferencia de datos media, lectura / escritura (MB/s)	146	156	156	156	125
Velocidad de transferencia de datos sostenida máxima, lectura OD (MB/s)	180	210	210	210	144
Configuración / organización					
Cabezales / discos	8 / 4	6 / 3	4 / 2	2 / 1	2 / 1
Bytes por sector	4.096	4.096	4.096	4.096	4.096 o 512[2]
Voltaje					
Tolerancia del voltaje, incluido el ruido (5 V)	±5%	±5%	±5%	±5%	±5%
Tolerancia del voltaje, incluido el ruido (12 V)	±10%	+10% / –7,5%	+10% / –7,5%	+10% / –7,5%	+10% / –7,5%
Fiabilidad / Integridad de los datos					
Ciclos de inicio / parada de contacto	—	—	—	—	50.000
Ciclos de carga / descarga	300.000	300.000	300.000	300.000	—
Errores de lectura no recuperables por bits leídos, máx.	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}	1 por 10^{14}
Índice de carga de trabajo (TB/año)	55	55	55	55	55
Horas de funcionamiento	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
Garantía limitada (años) [3]	2	2	2	2	2

http://www.seagate.com/www-content/product-content/desktop-hdd-fam/es-es/docs/desktop-hdd-ds1770-5-1409es.pdf

Discos para escritorio

Seagate

2.6 Seek time

Seek measurements are taken with nominal power at 25°C ambient temperature. All times are measured using drive diagnostics. The specifications in the table below are defined as follows:

- Track-to-track seek time is an average of all possible single-track seeks in both directions.
- Average seek time is a true statistical random average of at least 5000 measurements of seeks between random tracks, less overhead.

Typical seek times (ms)	Read	Write
Track-to-track	1.0	1.2
Average	12.0	12.0
Average latency	5.1	

2.7 Start/stop times

The start/stop times listed below are for the 3TB and 4TB models.

Power-on to ready (in seconds)	15 (typical) 18 (max)
Standby to ready (in seconds)	15 (typical) 18 (max)
Ready to spindle stop (in seconds)	10 (typical) 11 (max)

Time-to-ready may be longer than normal if the drive power is removed without going through normal OS powerdown procedures.

http://www.seagate.com/www-content/product-content/desktop-hdd-fam/en-us/docs/100710254f.pdf

Disco “enterprise”

Seagate

- 15K (15.000 rpm)

Especificaciones	512 nativo[4]		Emulación 512		4K nativo	
	600 GB[1]	300 GB[1]	600 GB[1]	300 GB[1]	600 GB[1]	
Modelo estándar	ST600MP0005	ST300MP0005	ST600MP0035	ST300MP0035	ST600MP0065	S
Modelo Seagate Secure™	ST600MP0015[2]	ST300MP0015[2]	ST600MP0045[2]	ST300MP0045[2]	ST600MP0075[2]	S
Modelo Seagate Secure FIPS 140-2	ST600MP0025[2,3]	—	ST600MP0055[2,3]	—	ST600MP0085[2,3]	
Interfaz	SAS a 12 Gb/s	SAS a 12 Gb/s	SAS a 12 Gb/s	SAS a 12 Gb/s	SAS a 12 Gb/s	S
Rendimiento						
Tiempo medio de latencia (ms)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
Velocidad de transferencia sostenida (Diámetro externo a interno) MiB/s	De 233 a 160	De 233 a 160	De 246 a 180	De 246 a 180	De 246 a 180	
Máx. velocidad de transferencia instantánea (puerto dual SAS) MB/s	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	
Caché, multisegmentada (MB)	128	128	128	128	128	
Configuración / fiabilidad						
Discos / Cabezales	3 / 6	2 / 4	3 / 6	2 / 4	3 / 6	
Errores de lectura no recuperables por bits leídos, máx.	1 por 10^{16}	1 por 10^{16}	1 por 10^{16}	1 por 10^{16}	1 por 10^{16}	
Porcentaje de errores anual (AFR)	0,44%	0,44%	0,44%	0,44%	0,44%	
Garantía limitada basada en uso (años)[5]	5	5	5	5	5	
Administración de energía						

Disco "enterprise"

Enterprise Performance 15K HDD and Enterprise Turbo SSHD drives have the following standard features:

- Perpendicular recording technology
- 3.0 / 6.0 / 12.0 Gb Serial Attached SCSI (SAS) interface
- Integrated dual port SAS controller supporting the SCSI protocol
- Support for SAS expanders and fanout adapters
- Firmware downloadable using the SAS interface
- 128-deep task set (queue)
- Supports up to 32 initiators
- Jumperless configuration
- User-selectable logical block size for 512N/512e (512, 520, 524, or 528 bytes per logical block)
- User-selectable logical block size for 4KN (4096, 4160, 4192, or 4224 bytes per logical block)
- Industry standard SFF 2.5-in dimensions
- Programmable logical block reallocation scheme
- Flawed logical block reallocation at format time
- Programmable auto write and read reallocation
- Reallocation of defects on command (Post Format)
- ECC maximum burst correction length of 520 bits for 512 byte blocks and 1400 bits for 4k byte blocks
- No preventive maintenance or adjustments required
- Dedicated head landing zone and automatic shipping lock
- Embedded servo design
- Automatic shipping lock
- Self diagnostics performed when power is applied to the drive
- Zone bit recording (ZBR)
- Vertical, horizontal, or top down mounting
- Dynamic spindle brake
- 128MB data buffer (see Section 4.5)
- 32GB hybrid read cache
- 8MB Hybrid NVC-backed write cache
  Approximately 512K on standard models (512e, 4KN)
- Drive Self Test (DST)

Disco SSD

- La velocidad máxima (1.200 MBps) es para una lectura/escritura secuencial de 128KB
- La tasa sostenida (750/500 MBps) es para lecturas/escrituras de bloques de 128KB
- Las celdas de almacenamiento se desgastan; el disco intenta equilibrar el uso de todas las celdas
- Estas tasas caen con el uso (5 años pueden ser del 60%)

Especificaciones	800 GB[1]	400 GB[1]	200 GB[1]
Modelos SED	ST800FM0053[2]	ST400FM0073[2]	ST200FM0073[2]
Modelos FIPS 140-2	ST800FM0063[2,3]		
Modelos que no son SED	ST800FM0043	ST400FM0053	ST200FM0053
Opciones de la interfaz	SAS a 12 Gb/s	SAS a 12 Gb/s	SAS a 12 Gb/s
Tipo de flash NAND	MLC	MLC	MLC
Rendimiento			
Velocidad máx. de transferencia de datos sostenida (MB/s)	750	750	750
Velocidad de transferencia de datos de E/S (MB/s)	1.200	1.200	1.200
Entradas / salidas por segundo por vatio (IOPS/W)	27.160	29.650	27.990
Velocidad de comandos de lectura / escritura secuencial (MB/s) máxima, 128 KB	750 / 500	750 / 500	750 / 400
Velocidad de comandos de lectura / escritura aleatoria (IOPS) máxima, 4 KB	110.000 / 40.000	110.000 / 40.000	110.000 / 25.000
Configuración / fiabilidad			
Errores de lectura no recuperables por bits leídos, máx.	1 por 10^{16}	1 por 10^{16}	1 por 10^{16}
Porcentaje de errores anual (AFR)	0,44%	0,44%	0,44%
Total de terabytes escritos (TBW) durante el período de garantía[4]	14.600	7.300	3.650
Garantía limitada con uso de soportes (años)[5]	5	5	5
Administración de energía			

http://www.seagate.com/www-content/product-content/ssd-fam/1200-ssd/en-us/docs/100708406a.pdf