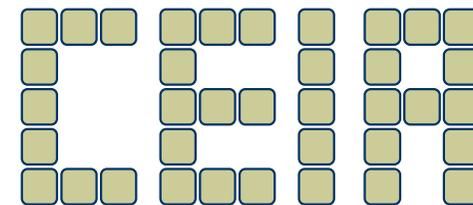


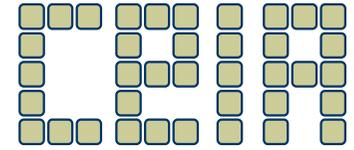
**Curso de verano 2012 Universidad de La Rioja:
“Introducción a la infraestructura de los centros de
procesamiento de datos y al hardware de servidores”**

**Sesión 8:
Los discos duros en un servidor**



**Profesor: Carlos Elvira Izurrategui
Área de Ingeniería de Sistemas y Automática
Universidad de La Rioja**

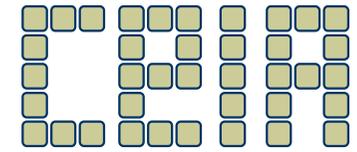
Introducción. Discos duros



- ◆ Sistemas de almacenamiento masivo.
 - Estructura física: cabezas, platos, carcasa, electrónica, etc.
 - Principio de funcionamiento: proceso de lectura/escritura de la información en el disco
 - Estructura física: pistas, cilindros, sectores, etc.
 - Estructura lógica (S.O).
 - Formateado.
 - Interfaces:
 - IDE (ATA)
 - SCSI
 - Otros.

Elementos de un disco duro

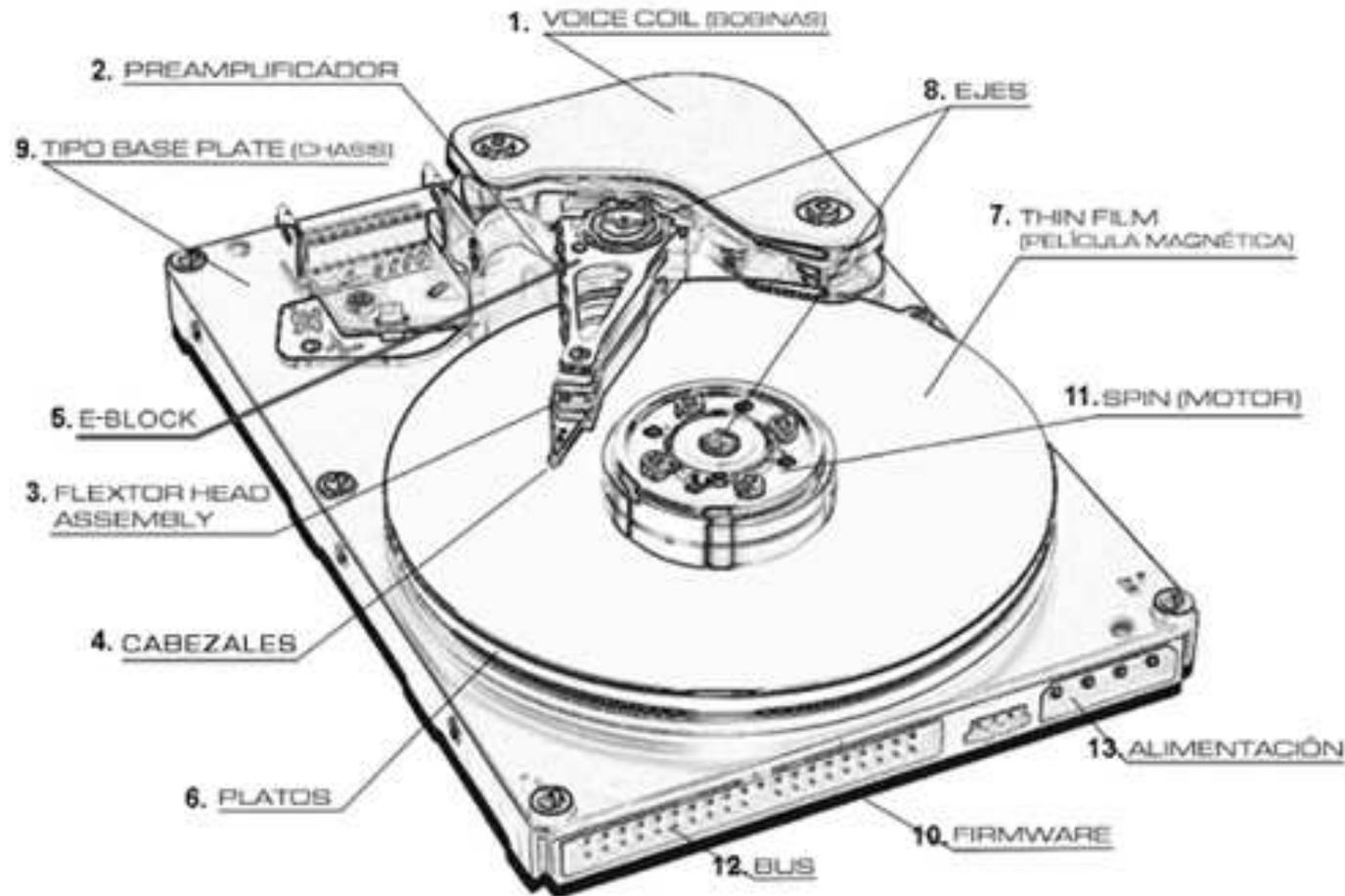
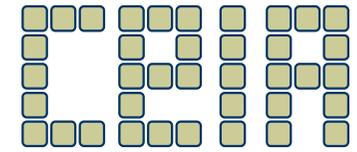
Estructura física



- ◆ Múltiples **platos** (2 a 4): girando a velocidad cte.. Ejemplo: 7200 rpm (129 km/h).
- ◆ Cabezal: conjunto de brazos con movimiento telescópico.
- ◆ Cabezas de lectura escritura
 - Leyendo información de los discos (tantas como caras = discos x 2).
 - No contactan con el disco (3 nm).
- ◆ Otros elementos: motor de giro, electroimán (cabezal), tarjeta de control (IDE), carcasa.

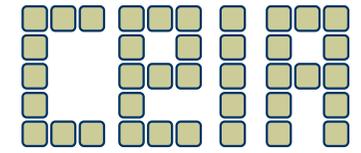
Elementos de un disco duro

Estructura física

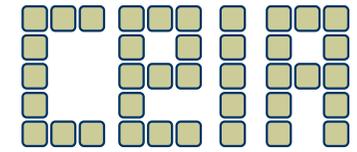


Estructura de un disco duro

Elementos de un disco duro



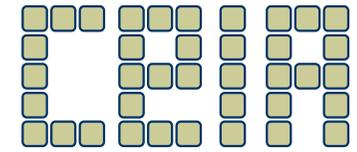
Introducción. Factor de forma



- ◆ **8 pulgadas:** 241,3×117,5×362 mm (9,5×4,624×14,25 pulgadas).
 - En 1979, Shugart Associates sacó el primer factor de forma compatible con los disco duros, SA1000,
- ◆ **5,25 pulgadas:** 146,1×41,4×203 mm (5,75×1,63×8 pulgadas).
 - Usado por los discos duros de Seagate en 1980.
- ◆ **3,5 pulgadas:** 101,6×25,4×146 mm (4×1×5.75 pulgadas).
 - Este factor de forma es el primero usado por los discos duros de Rodine.
 - Hoy ha sido ha sido remplazado por la línea "slim" de 25,4mm

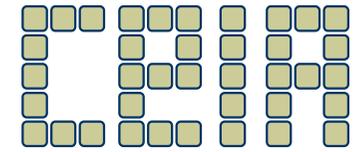
Introducción.

Factor de forma



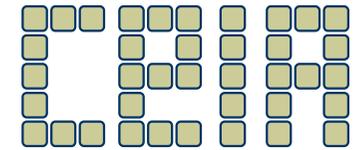
- ◆ **2,5 pulgadas:** 69,85×9,5-15×100 mm (2,75×0,374-0,59×3,945 pulgadas).
 - Este factor de forma se introdujo por PrairieTek en 1988.
- ◆ **1,8 pulgadas:** 54×8×71 mm.
 - Este factor de forma se introdujo por Integral Peripherals en 1993 y se involucró con ATA-7 LIF.
- ◆ **1 pulgadas:** 42,8×5×36,4 mm.
 - Este factor de forma se introdujo en 1999 por IBM y Microdrive, apto para los slots tipo 2 de compact flash
- ◆ **0,85 pulgadas:** 24×5×32 mm.
 - Toshiba anunció este factor de forma el 8 de enero de 2004.

Discos duros. Factor de forma



Discos duros.

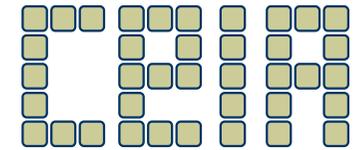
Principio de funcionamiento



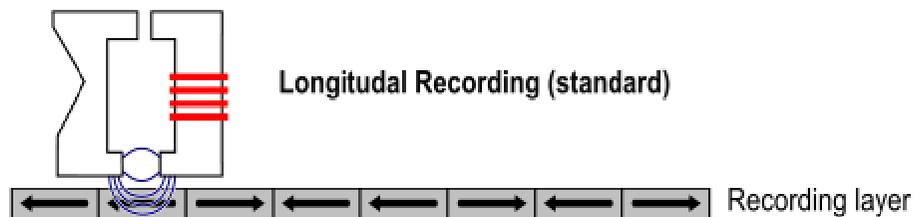
- ◆ Discos de aleación de **aluminio** (ligero, baja inercia).
- ◆ Recubierto de **material magnetizable**. (10-20nm).
 - Óxidos de hierro, aleaciones de cobalto.
- ◆ Las cabezas modifican o detectan los cambios de magnetización del material.
- ◆ **Regiones magnéticas** para almacenar la información binaria.
- ◆ Cada región contiene cientos de granos magnéticos formando un **dominio magnético** (dipolo).
 - Según los cambios de flujo magnético (**FCI**) generan señal en las cabezas.
- ◆ **Codificación de los cambios de flujo**. Métodos varios (FM, MFM, RLL)

Discos duros.

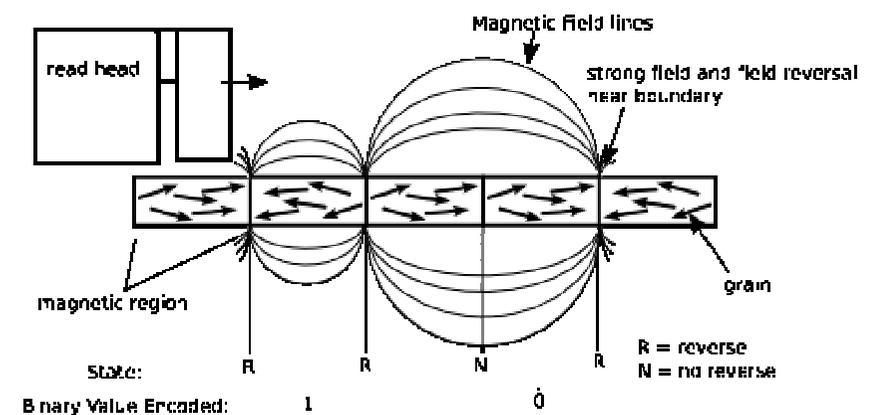
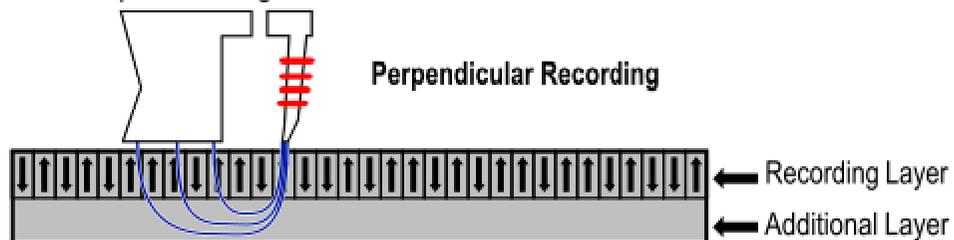
Principio de funcionamiento



"Ring" writing element

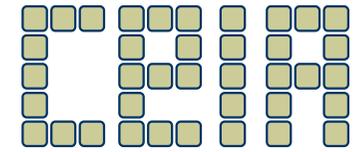


"Monopole" writing element

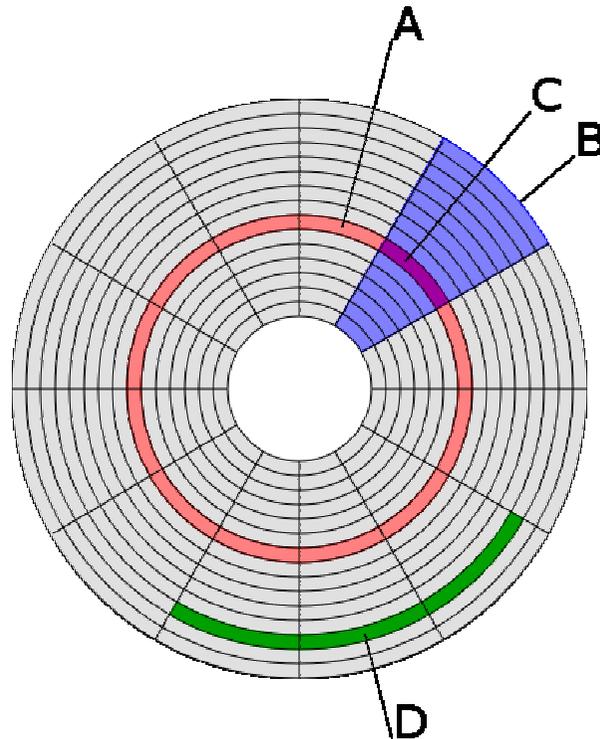


Discos duros.

Organización lógica

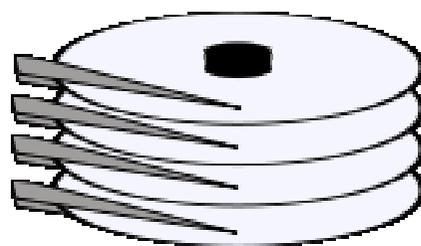
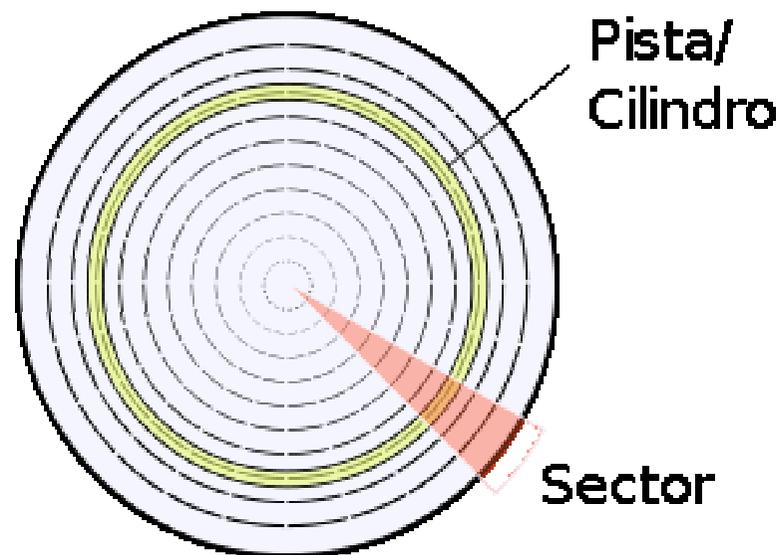
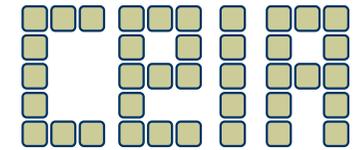


- ◆ Discos.
- ◆ Pistas.
- ◆ Sectores: 512 Bytes.



- ◆ Ejemplo: disco de 3 ½" de alta densidad:
 - 80 pistas.
 - 18 sectores por pista.
 - $80 \times 18 = 1440$ sectores por cada cara del disco.
 - $1440 \text{ sectores} \times 512 \text{ (B/sector)} = 720 \text{ KB}$.
 - $720 \text{ KB} \times 2 \text{ caras} = 1.44 \text{ MBytes}$

Discos duros. Organización física

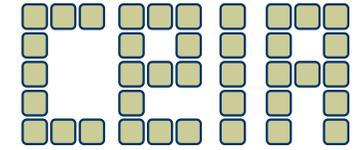


Cabezas

8 cabezas,
4 platos

Discos duros.

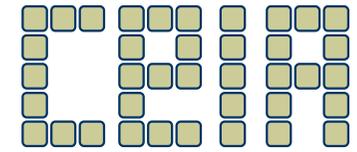
Características básicas



- ◆ **Tiempo medio de acceso:** tiempo medio que tarda la aguja en situarse en la pista y el sector deseado.
 - Suma del Tiempo medio de búsqueda + Tiempo de lectura/escritura + Latencia media.
- ◆ **Tiempo medio de búsqueda:** Tiempo medio que tarda la aguja en situarse en la pista deseada.
- ◆ **Tiempo de lectura/escritura:** Tiempo medio que tarda el disco en leer o escribir nueva información.
- ◆ **Latencia media:** Tiempo medio que tarda la aguja en situarse en el sector deseado.
- ◆ **Velocidad de rotación:** Revoluciones por minuto de los platos.

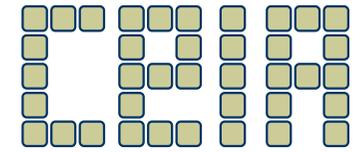
Discos duros.

Características básicas



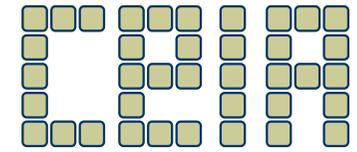
- ◆ **Tasa de transferencia:** Velocidad a la que puede transferir la información a la computadora una vez la aguja está situada en la pista y sector correctos
- ◆ **Caché de pista:** Es una memoria tipo RAM dentro del disco duro. Los discos duros de *estado sólido* utilizan cierto tipo de memorias construidas con semiconductores para almacenar la información. El uso de esta clase de discos se limita a cierto tipo de computadoras, por su elevado precio.
- ◆ **Interfaz:** Medio de comunicación entre el disco duro y la computadora. Puede ser IDE/ATA, SCSI, SATA, USB, Firewire, SAS

Interfase IDE. Introducción



- ◆ **IDE**: Integrated Drive Electronics
- ◆ **ATA**: AT Attachment. Nombre verdadero del interface.
- ◆ Usado desde 1994 IBM AT (Advanced Technology).
- ◆ **Interface ATA**: Utilizado para discos duros y CD-ROM, DVD-ROM, unidades ZIP, otros.
- ◆ Antecedentes al ATA: ST-412, ST506, ESDI.
- ◆ Tipos: ATA paralelo, SATA (serial ATA).

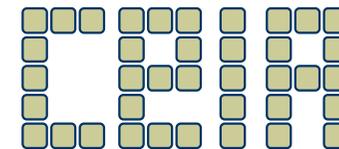
Interfase IDE. Introducción



◆ Tipos:

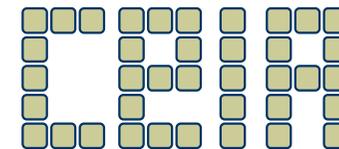
- XT IDE: utilizado en IBM-XT. 8 bits ISA.
- MCA IDE: utilizado por IBM PS2 (Micro-channel 16 bits)
- **ATA** paralelo o PATA : utilizado en IBM-AT. **16 bits** ISA estandar.
- SATA: Serial ATA (definido en 2000 y aparece en 2003)

Interfase IDE. Introducción



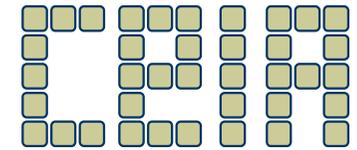
- ◆ Definido por un grupo de fabricantes:
Technical Committee T13 perteneciente al INCITS (International Committee on Information Technology Standards), que trabaja bajo ANSI (American National Standards Institute).
 - www.t13.org. (Organización pública con drafts)
 - www.incits.org.
 - www.ansi.org

Interfase IDE. Introducción



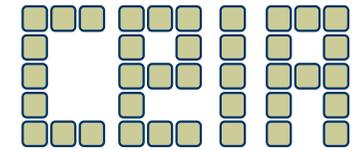
Standard	Año comienzo diseño	Año publicado	Modos PIO	Modos DMA	Modos UDMA	Velocidad paralelo	Velocidad serie
ATA-1	1988	1994	02	0		8.33 MBps	
ATA-2	1993	1996	04	02		16.67 MBps	
ATA-3	1995	1997	04	02		16.67 MBps	
ATA-4	1996	1998	04	02	02	33.33 MBps	
ATA-5	1998	2000	04	02	04	66.67 MBps	
ATA-6	2000	2002	04	02	05	100 MBps	
ATA-7	2001	2004	04	02	06	133 MBps	150 MBps
SATA-8	2004						300 MBps

Interfase IDE. ATA 6/ATAPI



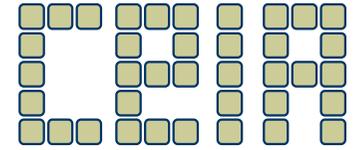
- ◆ Ultra ATA/100 o UDMA/100.
 - Mejora la velocidad de transferencias de ráfagas (burst) de datos.
 - Aumenta velocidad de reloj.
 - Reduce los tiempos de latencia.
 - Modos de transferencias más rápidos con cables de 80 líneas (ATA 5) mejorados.
 - UDMA Mode 5: 100MB/s. (UDMA/100 o Ultra ATA/100)
 - Direccionamiento LBA (Logical Block Address). Queda obsoleto direccionamiento CHS (Cylinder Head Sector).
 - Se para de 28 bits a 48 bits en el direccionamiento LBA ($2^{48}=281474976710656$ sectores). Discos duros de 144PB. Se supera la barrera de los 137 GB.

Interfase IDE. ATA 7/ATAPI



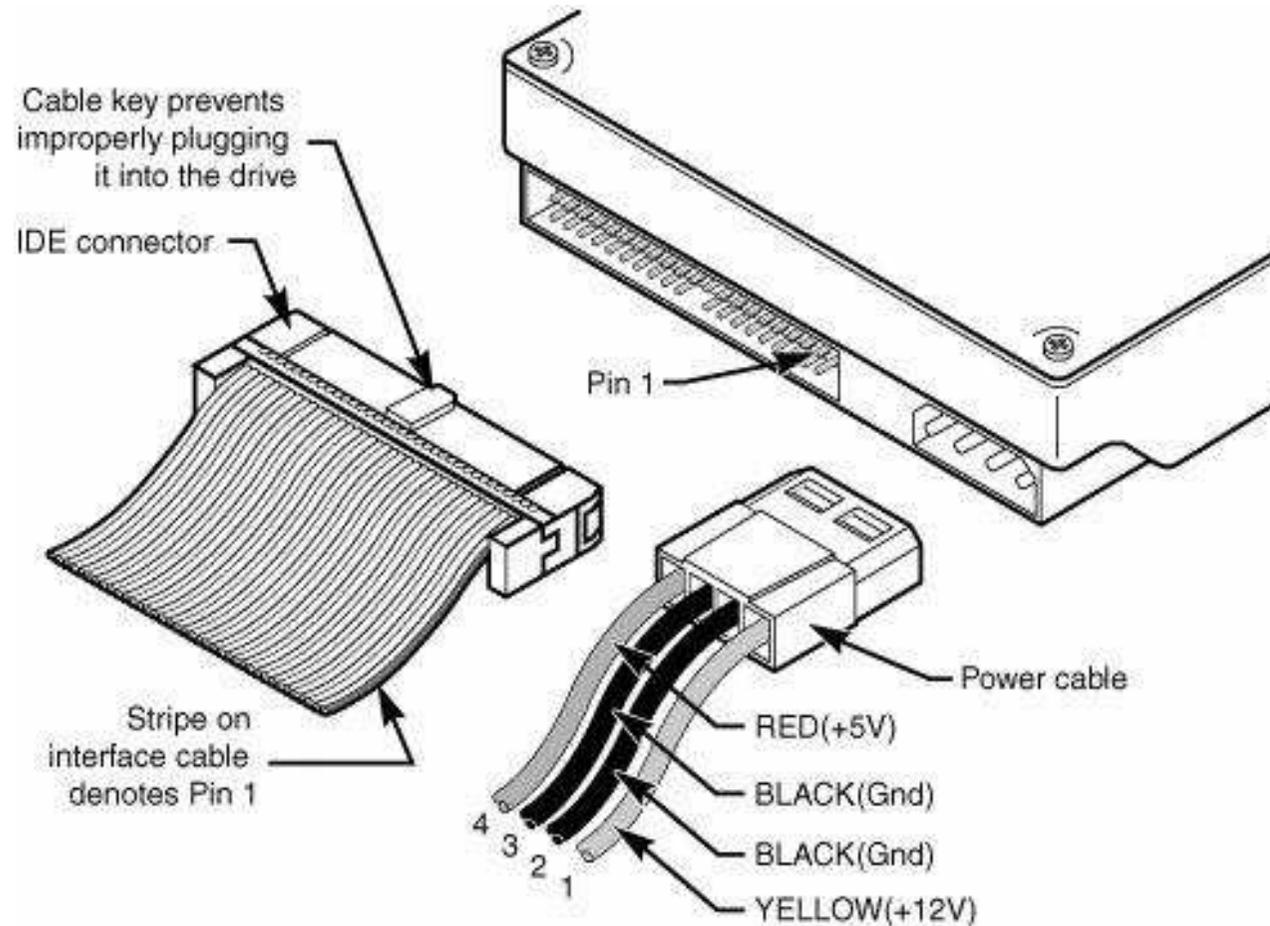
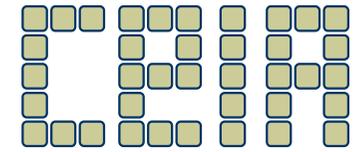
- ◆ Ultra ATA/133 o UDMA/133.
 - Incluye la especificación serie SATA 1.0.
 - Modos de transferencias más rápidos con cables de 80 líneas (ATA 5) mejorados.
 - UDMA Mode 6: 133MB/s. (UDMA/133 o Ultra ATA/133)
 - Requiere conector de 80 patillas.
 - OJO: aunque el BW o throughput llega a los 133MB/s desde la electrónica/controlador a la placa madre, la tasa real sostenida puede ser mucho menor (limitaciones del disco: lectura de cabezas).

Interfase IDE. ATA-8 (SATA 2)



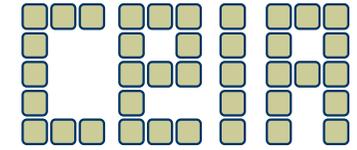
- ◆ SATA-8.
 - Se separan las versiones PATA (ATA8-APT) y SATA (ATA8-AST).

Interfase IDE. Conectores



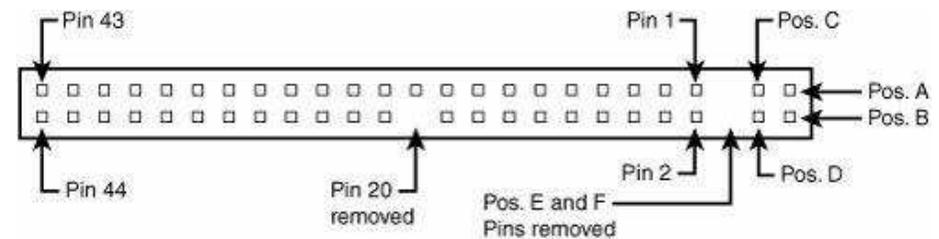
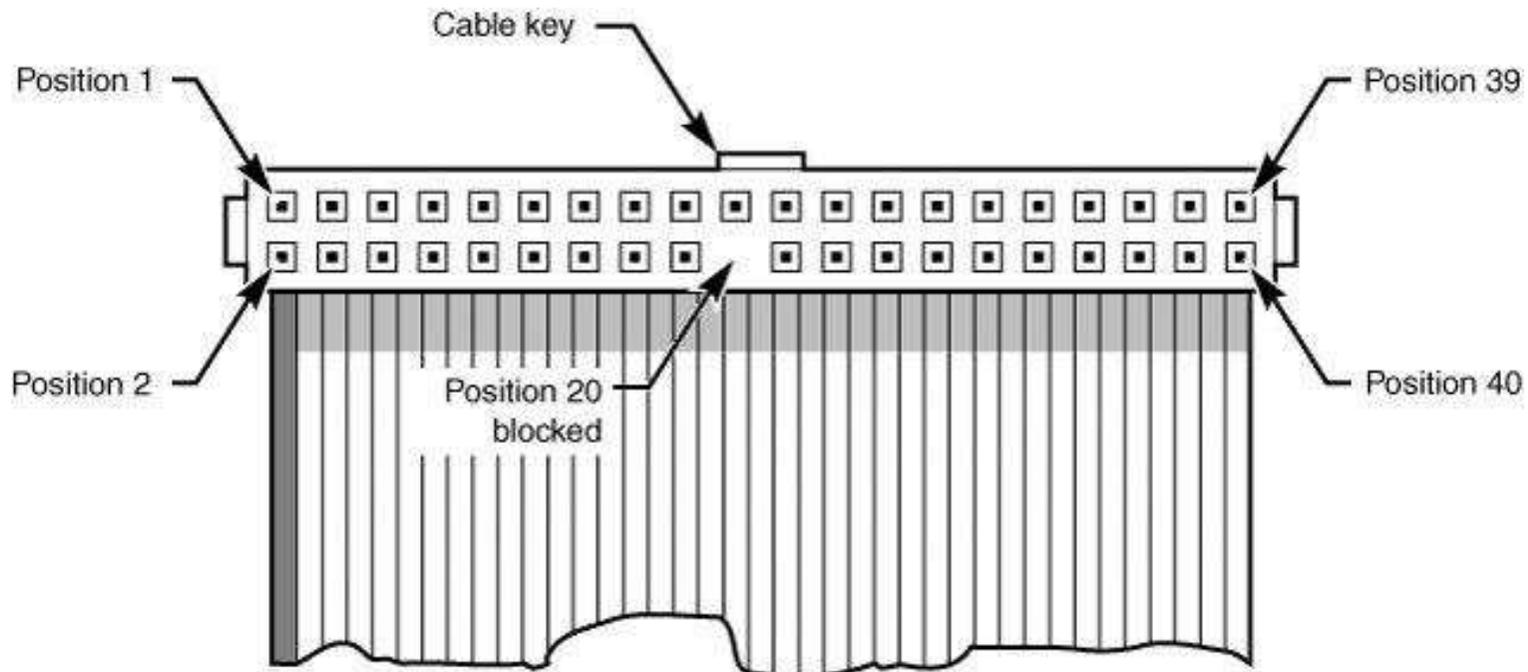
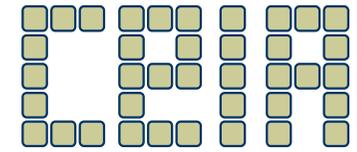
Interfase IDE.

Conector 40 pin: patillaje

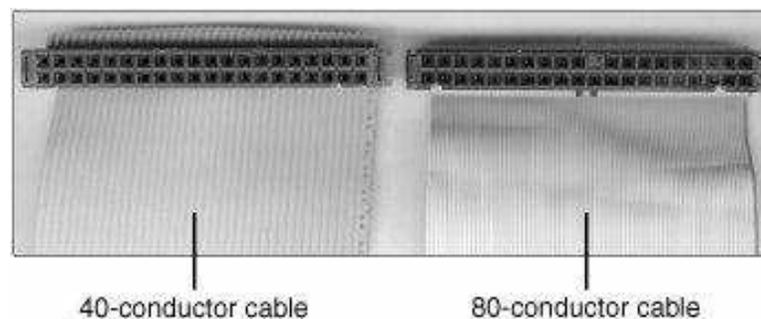
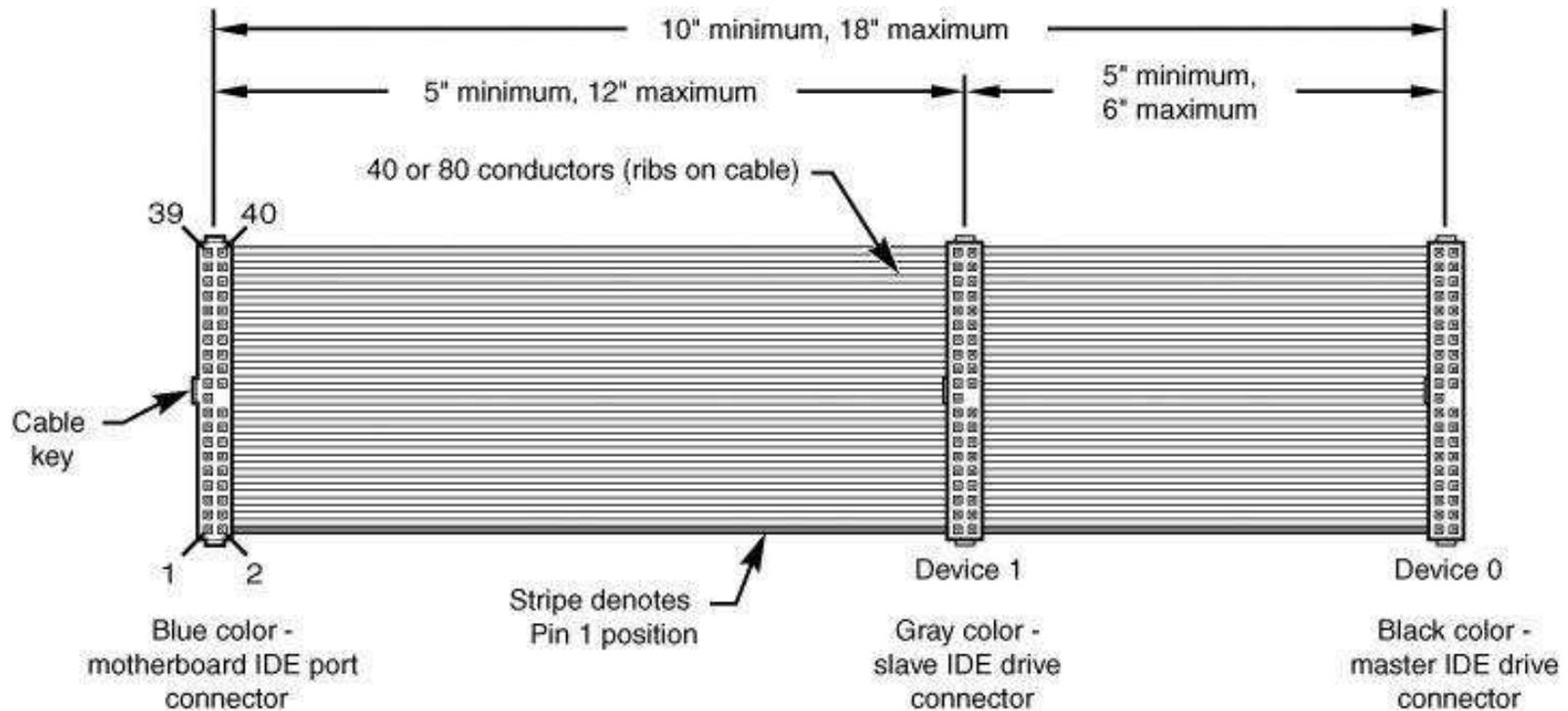
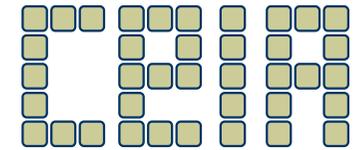


Nombre de la señal	Pin	Pin	Nombre de la señal
-RESET ^[1]	1	2	GROUND
Data Bit 7	3	4	Data Bit 8
Data Bit 6	5	6	Data Bit 9
Data Bit 5	7	8	Data Bit 10
Data Bit 4	9	10	Data Bit 11
Data Bit 3	11	12	Data Bit 12
Data Bit 2	13	14	Data Bit 13
Data Bit 1	15	16	Data Bit 14
Data Bit 0	17	18	Data Bit 15
GROUND	19	20	KEY (pin missing)
DRQ 3	21	22	GROUND
-IOW	23	24	GROUND
-IOR	25	26	GROUND
I/O CH RDY	27	28	CSEL:SPSYNC ^[2]
-DACK 3	29	30	GROUND
IRQ 14	31	32	Reserved ^[3]
Address Bit 1	33	34	-PDIAG
Address Bit 0	35	36	Address Bit 2
-CS1FX	37	38	-CS3FX
-DA/SP	39	40	GROUND
+5V (Logic)	41	42	+5V (Motor)
GROUND	43	44	Reserved

Interfase IDE. Conectores

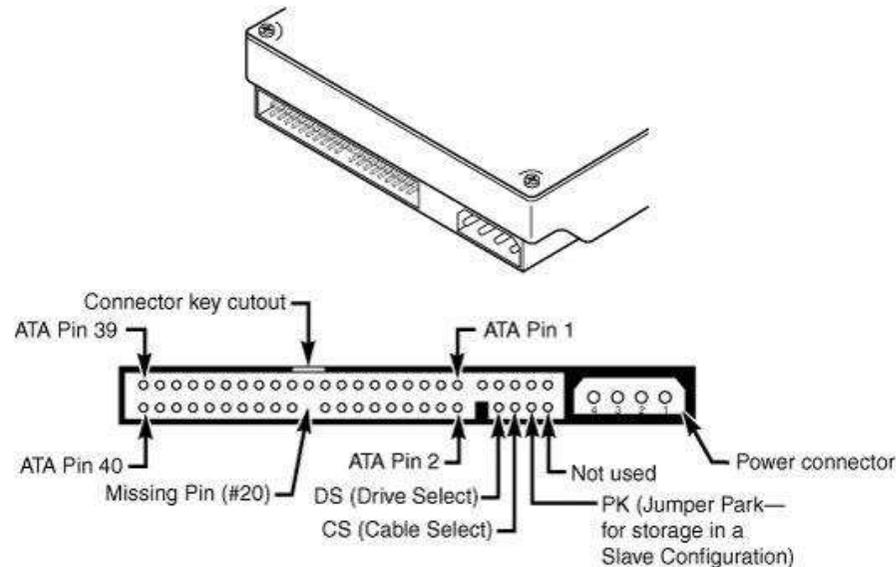
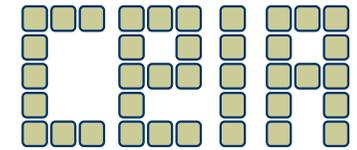


Interfase IDE. Conectores

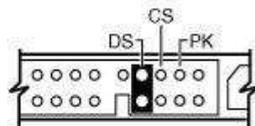


Interfase IDE.

Configuración maestro/esclavo

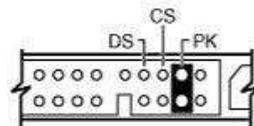


Master Drive Configuration (standard cable)



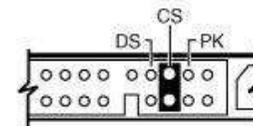
Use the Master Drive Configuration for the first (or only) drive on a standard (non-cable select) cable.

Slave Drive Configuration (standard cable)



Use the Slave Drive Configuration for the second drive on a standard (non-cable select) cable; note that for a Slave Configuration, the jumper can be stored in the PK (Jumper Park) position, removed entirely, or stored on one of the DS Pins in a flag arrangement.

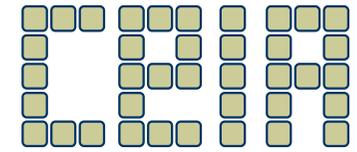
Cable Select Drive Configuration



For Cable Select Drive Configurations, one or both drives are configured the same; the cable automatically determines which is Master or Slave by which connector the drive is plugged into.

Interfase IDE.

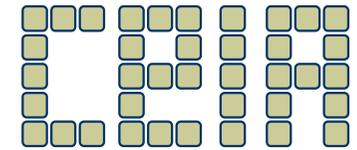
Modos transferencia PIO



ModoPIO	Anchura Bus	Periodo	Frecuencia	Ciclos CLK	BW	Versión ATA
0	16 Bits	600 ns	1.67 MHz	1	3.33 MB/s	ATA-1
1	16 Bits	383 ns	2.61 MHz	1	5.22 MB/s	ATA-1
2	16 Bits	240 ns	4.17 MHz	1	8.33 MB/s	ATA-1
3	16 Bits	180 ns	5.56 MHz	1	11.11 MB/s	ATA-2
4	16 Bits	120 ns	8.33 MHz	1	16.67	ATA-2

Interfase IDE.

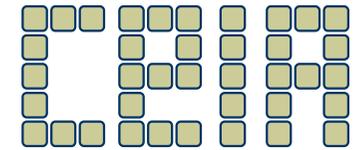
Modos transferencia DMA



Modo 8-bit DMA	Anchura Bus	Periodo	Frecuencia	Ciclos CLK	BW	Especificación ATA
0	16 Bits	960 ns	1.04 MHz	1	2.08	ATA-1
1	16 Bits	480 ns	2.08 MHz	1	4.17	ATA-1
2	16 Bits	240 ns	4.17 MHz	1	8.33	ATA-1
Modo 16-bit DMA	Anchura Bus	Periodo	Frecuencia	Ciclos CLK	BW	Especificación ATA
0	16 Bits	480 ns	2.08 MHz	1	4.17	ATA-1
1	16 Bits	150 ns	6.67 MHz	1	13.33	ATA-2
2	16 Bits	120 ns	8.33 MHz	1	16.67	ATA-2

Interfase IDE.

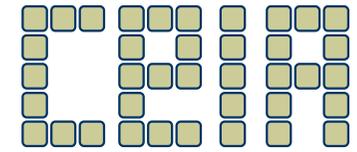
Modos transferencia UDMA



Modo UDMA	Anchura Bus	Periodo	Frecuencia	Ciclos CLK	BW	Especificación ATA
0	16 Bits	240 ns	4.17 MHz	2	16.67	ATA-4
1	16 Bits	160 ns	6.25 MHz	2	25.00	ATA-4
2	16 Bits	120 ns	8.33 MHz	2	33.33	ATA-4
3	16 Bits	90 ns	11.11 MHz	2	44.44	ATA-5
4	16 Bits	60 ns	16.67 MHz	2	66.67	ATA-5
5	16 Bits	40 ns	25.00 MHz	2	100.00	ATA-6
6	16 Bits	30 ns	33.00 MHz	2	133.00	ATA-7

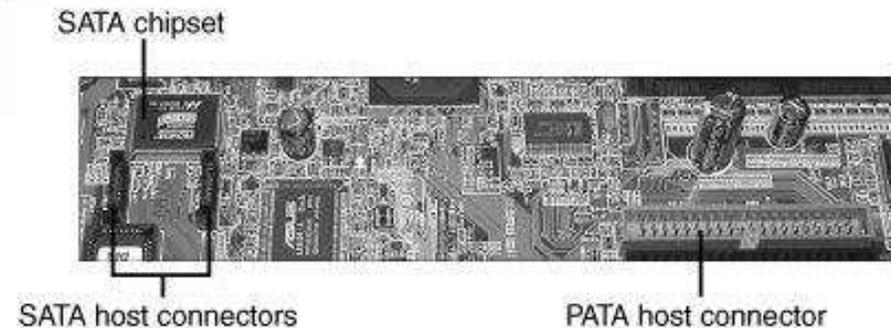
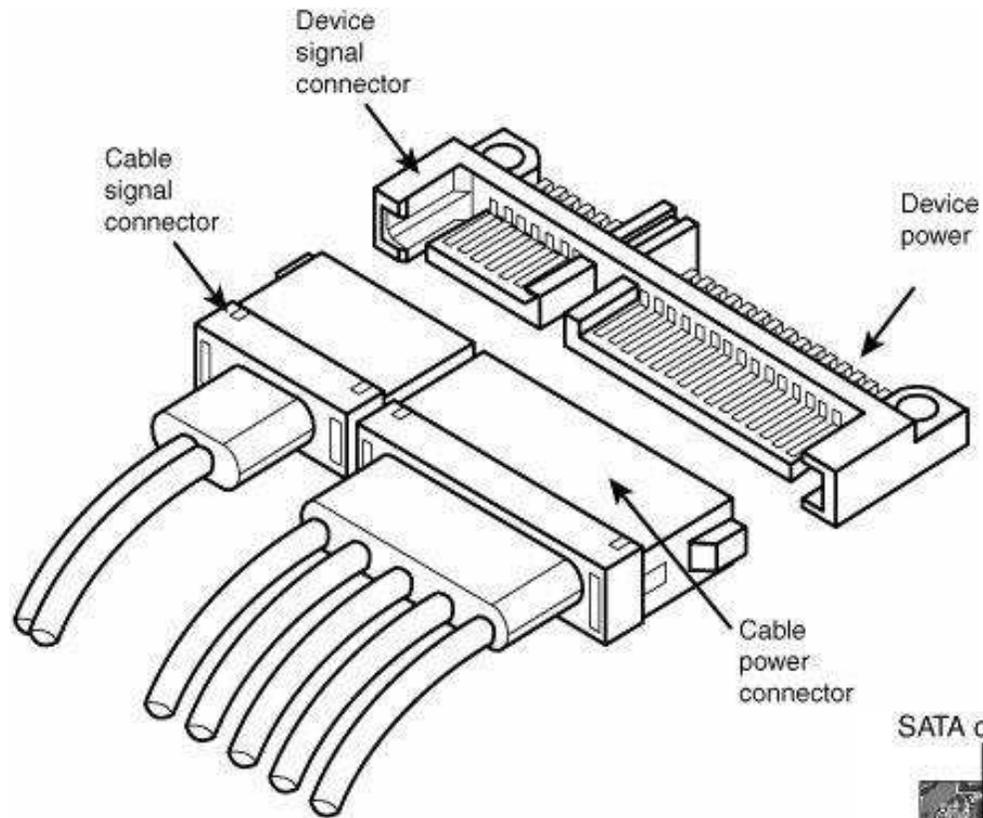
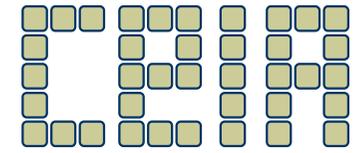
Interfase SATA.

Modos transferencia

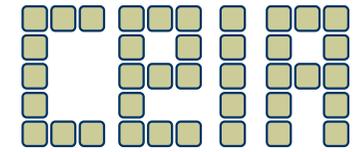


Serial ATA	Velocidad señal	Anchura Bus	Frecuencia	Ciclos CLK	BW
SATA-150	1.5 GB/s	1 bit	1,500 MHz	1	150 MB/s
SATA-300	3.0 GB/s	1 bit	3,000 MHz	1	300 MB/s
SATA-600	6.0 GB/s	1 bit	6,000 MHz	1	600 MB/s

Interfase SATA. Conectores



Interfase SATA. Patillaje

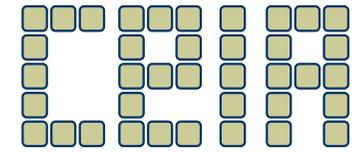


Patilla	Señal	Descripción
S1	Gnd	First mate
S2	A+	Host Transmit +
S3	A-	Host Transmit -
S4	Gnd	First mate
S5	B-	Host Receive -
S6	B+	Host Receive +
S7	Gnd	First mate

Patilla	Señal	Descripción
P1	+3.3V	3.3V power
P2	+3.3V	3.3V power
P3	+3.3V	3.3V power
P4	Gnd	First mate
P5	Gnd	First mate
P6	Gnd	First mate
P7	+5V	5V power
P8	+5V	5V power
P9	+5V	5V power
P10	Gnd	First mate
P11	Gnd	First mate
P12	Gnd	First mate
P13	+12V	12V power
P14	+12V	12V power
P15	+12V	12V power

Interfase SCSI.

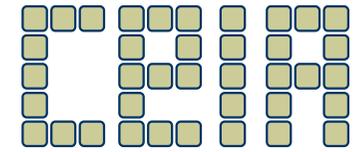
Introducción



- ◆ **SCSI**: Small Computer System Interface.
- ◆ Es flexible: interfase para muchos dispositivos (scanner, impresoras, etc).
- ◆ Hoy se utiliza en discos, cintas backup y RAID.
- ◆ Soporta **7 o 15 dispositivos** en total.
- ◆ Existen tarjetas **multicanal**; cada canal 7 o 15 dispositivos.
- ◆ **Tarjetas controladoras anfitrión SCSI PCI o PCI-Express** o en placa madre.

Interfase SCSI.

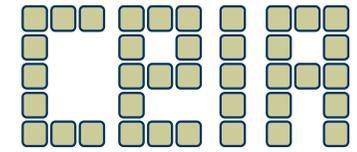
Introducción



- ◆ Tarjeta controladora **host**: puerta de enlace entre el bus SCSI y el bus del sistema del PC.
- ◆ **Cada dispositivo** SCSI en el bus posee un chip controlador.
- ◆ La tarjeta controladora se comunica con el chip controlador SCSI del dispositivo del disco duro.
- ◆ **Bus SCSI**: dispone de 8 o 16 unidades físicas con su identificador **ID SCSI**.
- ◆ **Uno** de los SCSI ID pertenece al **host**.

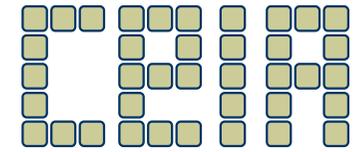
Interfase SCSI.

Introducción



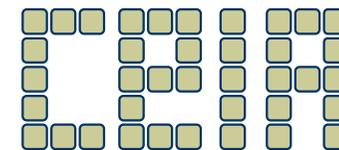
- ◆ Interfase **rápido**, sobre todo, cuando múltiples dispositivos están en el mismo bus.
- ◆ Múltiples dispositivos SCSI realizan **lecturas/escrituras simultáneas**, aumentando el Throughput.
- ◆ Una unidad de disco duro puede ser fabricada con interfase ATA o SCSI. Incluso la tarjeta controladora posee muchos componentes comunes (añadiendo el chip controlador SCSI).
- ◆ Los dispositivos SCSI son controlados por una **BIOS propia** disponible en la tarjeta host SCSI.
- ◆ En controladores host SCSI en placa madre su BIOS pertenece a la BIOS global del sistema.

Interfase SCSI. ANSI SCSI



- ◆ Define parámetros eléctricos y físicos del bus paralelo E/S utilizado.
- ◆ El bus conecta los dispositivos en cadena.
- ◆ SCSI-1 estandar: ANSI X3.131-1986.
- ◆ Definido por el comité T10 dentro del INCITS.
 - www.t10.org
- ◆ SCSI-2: ANSI X3.131-1994.
- ◆ SCSI-3: 1995.
 - Se han creado muchas variantes.

Interfase SCSI. SPI

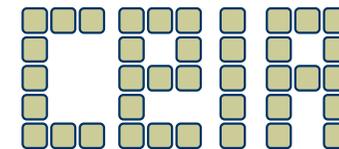


- ◆ SPI: SCSI Parallel Interface. Estándar que define la interconexión de elementos SCSI.
 - SPI, SPI-2, SPI-3, SPI-4, SPI-5

Versión SCSI-3	Otro nombre	Velocidad	Throughput
SPI	Ultra SCSI	Fast-20	20/40MBps
SPI-2	Ultra 2 SCSI	Fast-40	40/80MBps
SPI-3	Ultra 3 SCSI or Ultra160(+)	Fast-80DT	160MBps
SPI-4	Ultra 4 SCSI or Ultra320	Fast-160DT	320MBps
SPI-5	Ultra 5 SCSI or Ultra640	Fast-320DT	640MBps

Interfase SCSI.

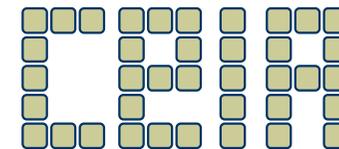
Características



Standard SCSI	Tenología SCSI	Nombre comercial	Frecuencia a CLK	Bu s	ST/DT	Tasa Transferencia	Nº dispositivos	Tipo de cable	Max. Longitud (SE)	Max. Longitud (HVD)	Max. Longitud (LVD)
SCSI-1	Async	Asynchronous	5 MHz	8-bit	ST	4 MB/s	7	A (50-pin)	6m	25m	
SCSI-1	Fast-5	Synchronous	5 MHz	8-bit	ST	5 MB	7	A (50-pin)	6m	25m	
SCSI-2	Fast-5/Wide	Wide	5 MHz	16-bit	ST	10 MB	15	P (68-pin)	6m	25m	
SCSI-2	Fast-10	Fast	10 MHz	8-bit	ST	10 MB	7	A (50-pin)	3m	25m	
SCSI-2	Fast-10/Wide	Fast/Wide	10 MHz	16-bit	ST	20 MB	15	P (68-pin)	3m	25m	
SCSI-3/SPI	Fast-20	Ultra	20 MHz	8-bit	ST	20 MB	7	A (50-pin)	3/1.5m	25m	

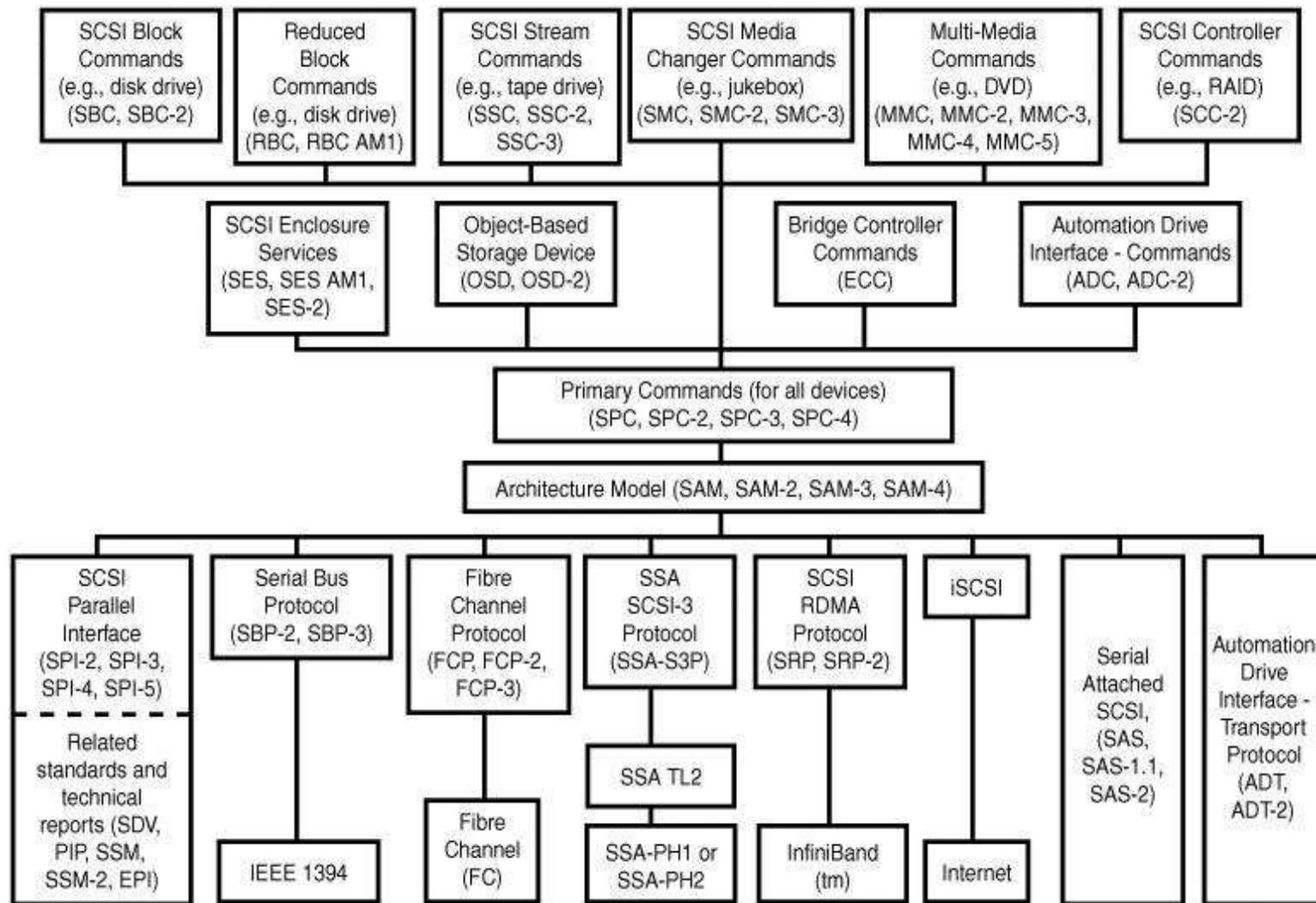
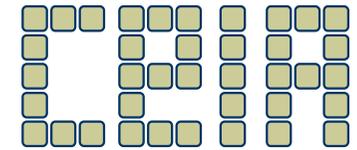
Interfase SCSI.

Características

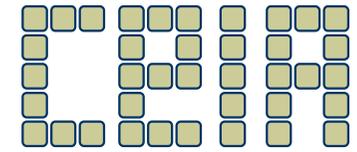


Standard SCSI	Tecnología SCSI	Nombre comercial	Frecuencia CLK	Buses	ST/DT	Tasa Transferencia	Nº dispositivos	Tipo de cable	Max. Longitud (SE)	Max. Longitud (HVD)	Max. Longitud (LVD)
SCSI-3/SPI	Fast-20/Wide	Ultra/Wide	20 MHz	16-bit	ST	40 MB	7	P (68-pin)	3/1.5m	25m	
SCSI-3/SPI-2	Fast-40	Ultra 2	40 MHz	8-bit	ST	40 MB	7	A (50-pin)			12m
SCSI-3/SPI-2	Fast-40/Wide	Ultra 2/Wide	40 MHz	16-bit	ST	80 MB	15	P (68-pin)			12m
SCSI-3/SPI-3	Fast-80DT	Ultra 3 (Ultra160)	40 MHz	16-bit	DT	160 MB	15	P (68-pin)			12m
SCSI-3/SPI-4	Fast-160DT	Ultra 4 (Ultra320)	80 MHz	16-bit	DT	320 MB	15	P (68-pin)			12m
SCSI-3/SPI-5	Fast-320DT	Ultra 5 (Ultra640)	160 MHz	16-bit	DT	640 MB	15	P (68-pin)			10m

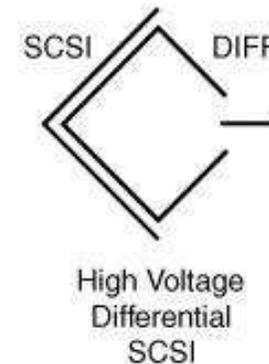
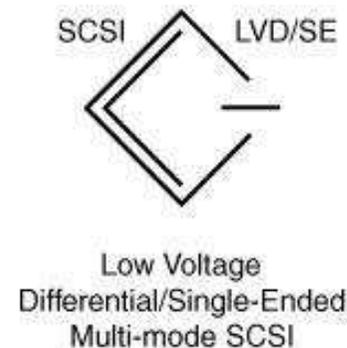
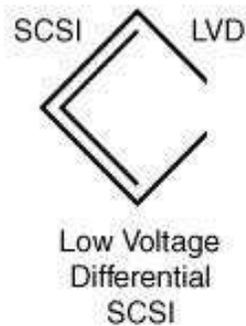
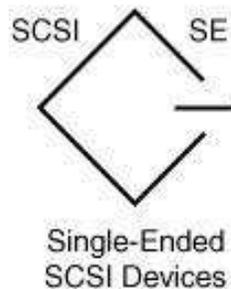
Interfase SCSI. Arquitectura



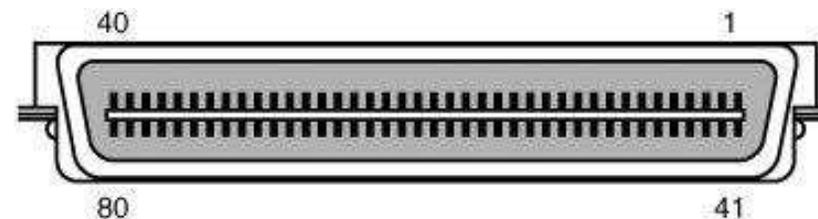
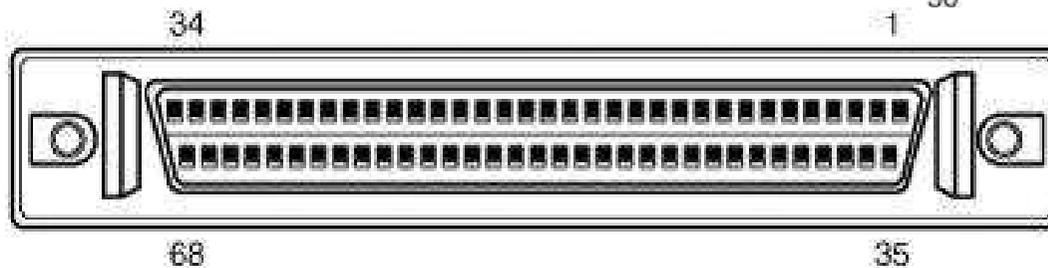
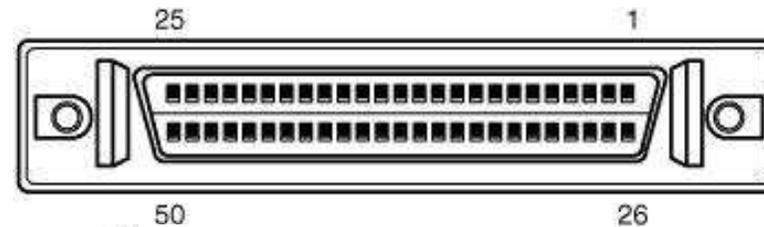
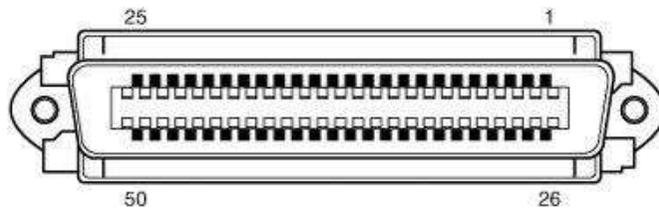
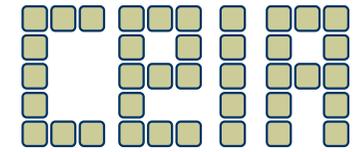
Interfase SCSI. Señales



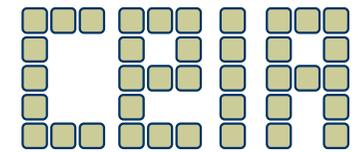
- ◆ Tipos de señales utilizadas en interfaces SCSI:
 - SE: Single Ended.
 - VD: Voltage Differential.
 - HVD: High Voltage Differential.
 - LVD: Low Voltage Differential.



Interfase SCSI. Conectores

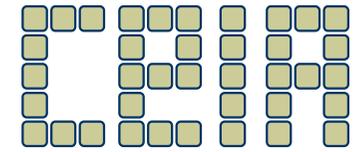


Interfase SCSI. Tarjeta SCSI



Sistema RAID.

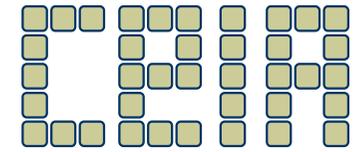
Introducción



- ◆ RAID: Redundant Array of Inexpensive Disks.
- ◆ 1998: Universidad de California (Berkeley).
- ◆ “The Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks”.
- ◆ RAID: Redundant Array of Independent Disks.
- ◆ Tipos de implementaciones RAID:
 - Hardware: con tarjeta.
 - Software: con S.O.
- ◆ Tipos de RAID: RAID-0, RAID-1, RAID-5.

Sistema RAID.

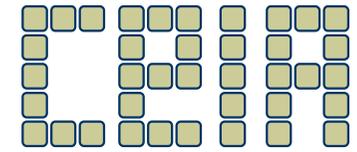
Tipos de RAID



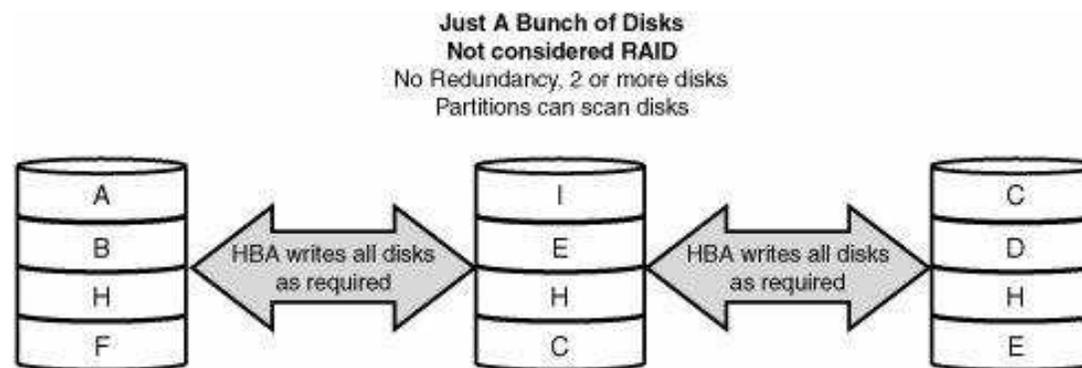
Nivel RAID	Tipo	Discos	Tolerancia a fallos
RAID 0	Conjunto dividido	2	No
RAID 1	Conjunto en espejo	2	Se supera la pérdida de un espejo
RAID 4	Discos independientes con disco de paridad compartido	4	Buena tolerancia a fallos con lenta reconstrucción
RAID 5	Conjunto dividido con paridad distribuida	3	Se supera la pérdida de un disco
RAID 10	Conjunto dividido y en espejo	4	Se supera la pérdida de un espejo

Sistema RAID.

JBOD

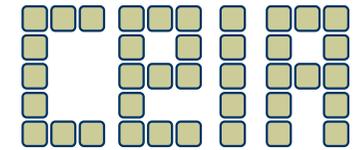


- ◆ JBOD: Just Bunch of Drives (Sólo un Montón de Discos.)
- ◆ Concatenación de discos entre sí, generando un único disco lógico.
- ◆ Lo contrario a la partición.

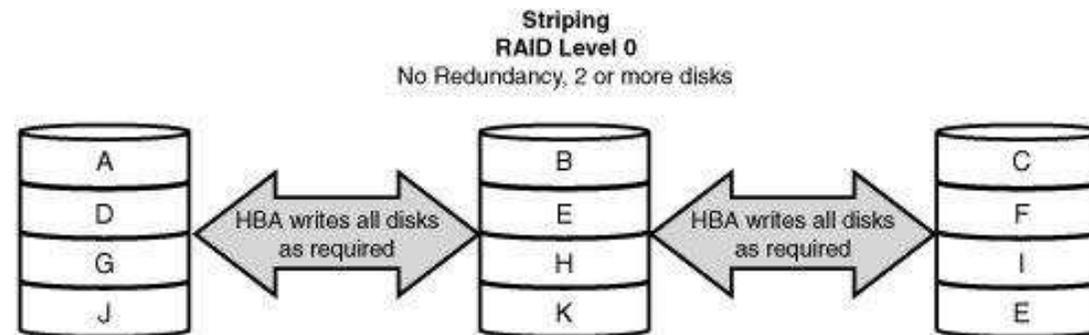


Sistema RAID.

RAID-0

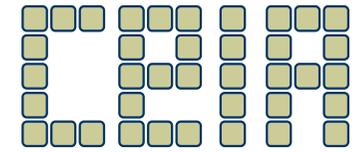


- ◆ Conjunto dividido.
- ◆ Se crea un disco lógico a partir de varios discos físicos.
- ◆ El tamaño está será el del menor disco físico.

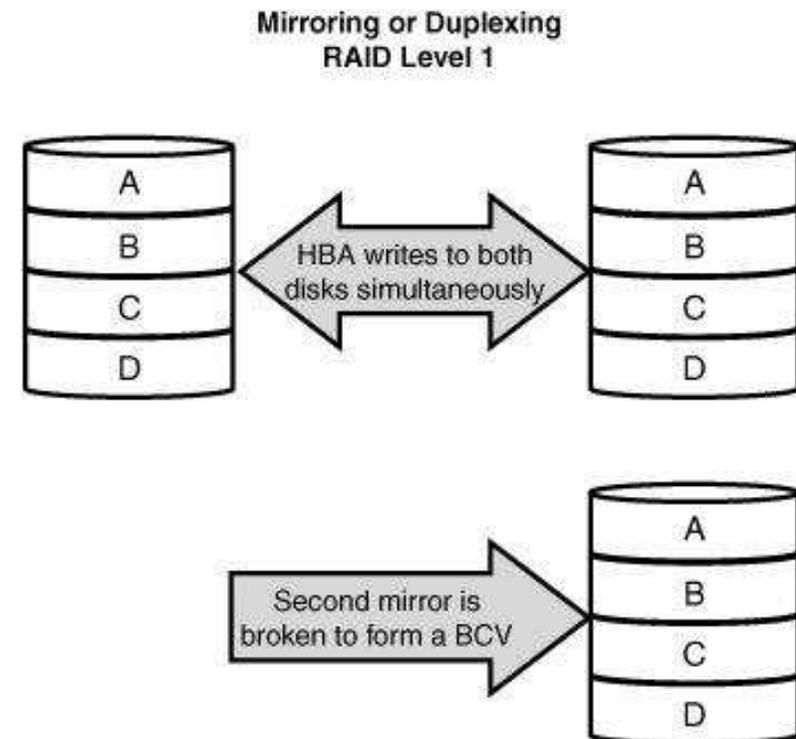


Sistema RAID.

RAID-1

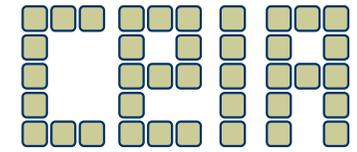


- ◆ Conjunto espejo.
- ◆ Copia exacta de un disco a otro (redundancia)
- ◆ Proceso de reconstrucción de disco.

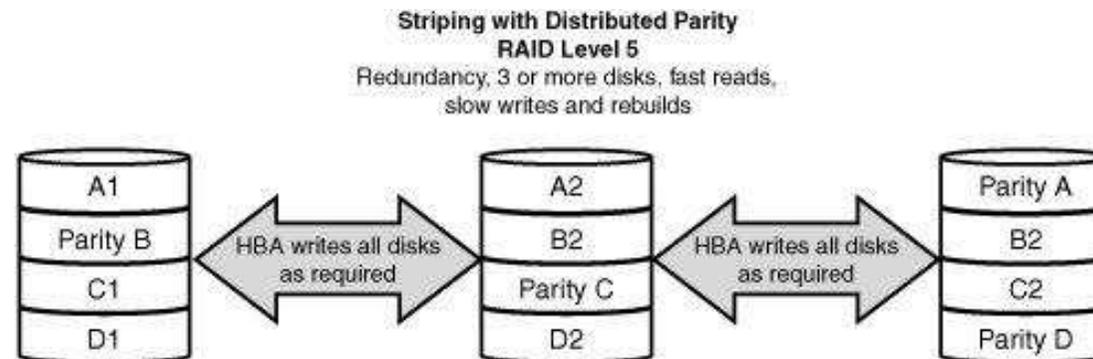


Sistema RAID.

RAID-5

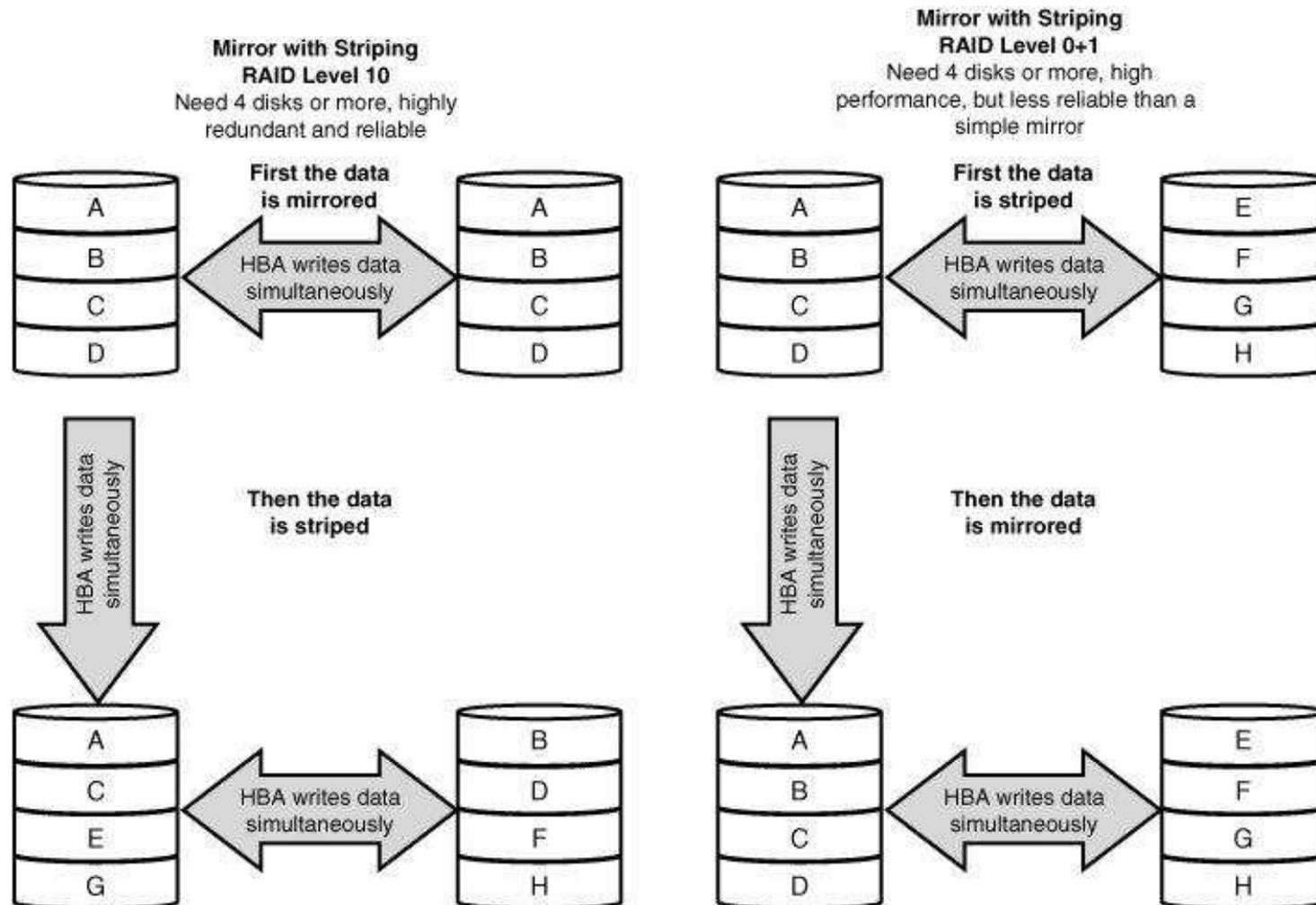
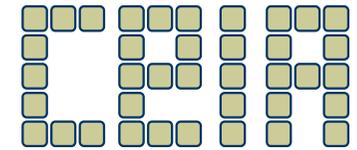


- ◆ Conjunto dividido con paridad distribuida.
- ◆ División: cada uno de los bloques situados en distintos discos (A1, A2, PA)
- ◆ Bloque de paridad distribuidos por los discos.

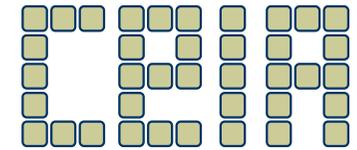


Sistema RAID.

RAID-10



Bibliografía



- ◆ Upgrading and repairing servers
 - Scott Mueller, Mark Edward Soper, Barrie Sosinsky
 - Que Publishing
- ◆ The Indispensable Hardware Book
 - Hans-Peter Messmer
 - Addison Wesley
- ◆ Upgrading and repairing PCs
 - Scott Mueller
 - Que Publishing