

Estructura de Computadores:

Tema 5: ***Periféricos***

Objetivos

- Conocer el **funcionamiento** de los dispositivos periféricos más importantes o habituales de los computadores.
- Conocer y comprender los **parámetros** que los caracterizan.
- Comprender la gran **diversidad** que existe entre ellos y los problemas a los que tendrá que dar respuesta el computador para controlarlos e intercambiar información con ellos.

Bibliografía recomendada

- Stallings, W.: *Organización y arquitectura de computadores*. Prentice Hall. 7ª Edición. 2006.
- Patterson, D. A., Hennessy, J. L.: *Computer Organization and Design*. Morgan-Kaufmann. 4ª edición. 2009.
- de Miguel, P.: *Fundamentos de los computadores*. Paraninfo. 9ª edición. 2004
Capítulos 3 y 4.

Sitios Web interesantes

- Storage Review: www.storagereview.com
- IBM Storage:
<http://www.ibm.com/systems/storage/>
IBM Storage cintas:
<http://www.ibm.com/systems/storage/tapes>
- Sony Data storage:
<http://www.sony.es/pro/products/archiving-storage>
- HP Data storage:
<http://www8.hp.com/us/en/products/data-storage/>

1. Introducción

1. Situación en el computador

2. Clasificación

3. Características: V_{transf} , t_{acc} , formato, etc

2. Unidad de disco magnético

3. Unidades de Estado Sólido (SSD)

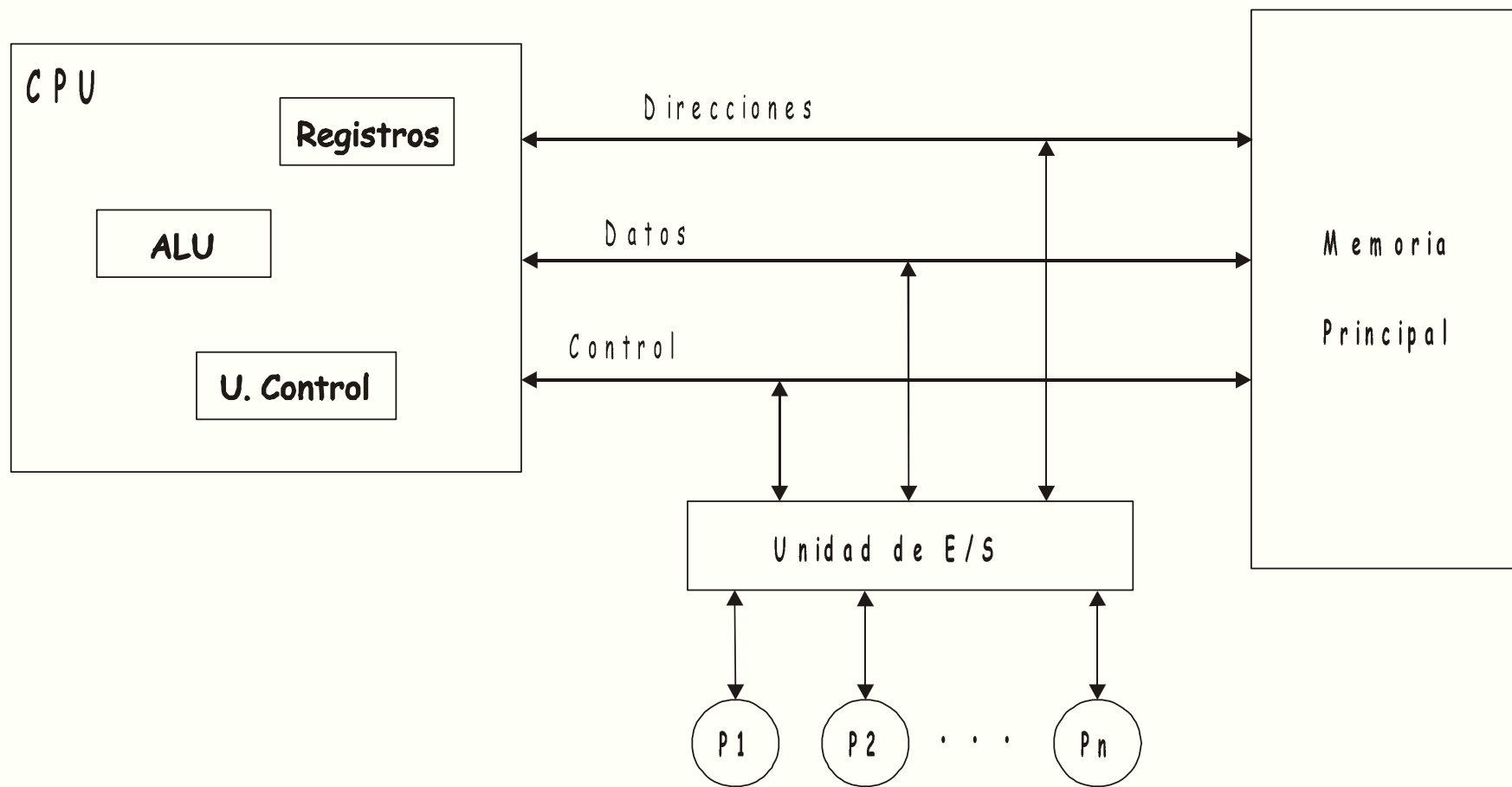
4. Monitor LCD

5. Comunicación

1. Transmisión en serie

2. Ethernet

Periféricos



Periféricos

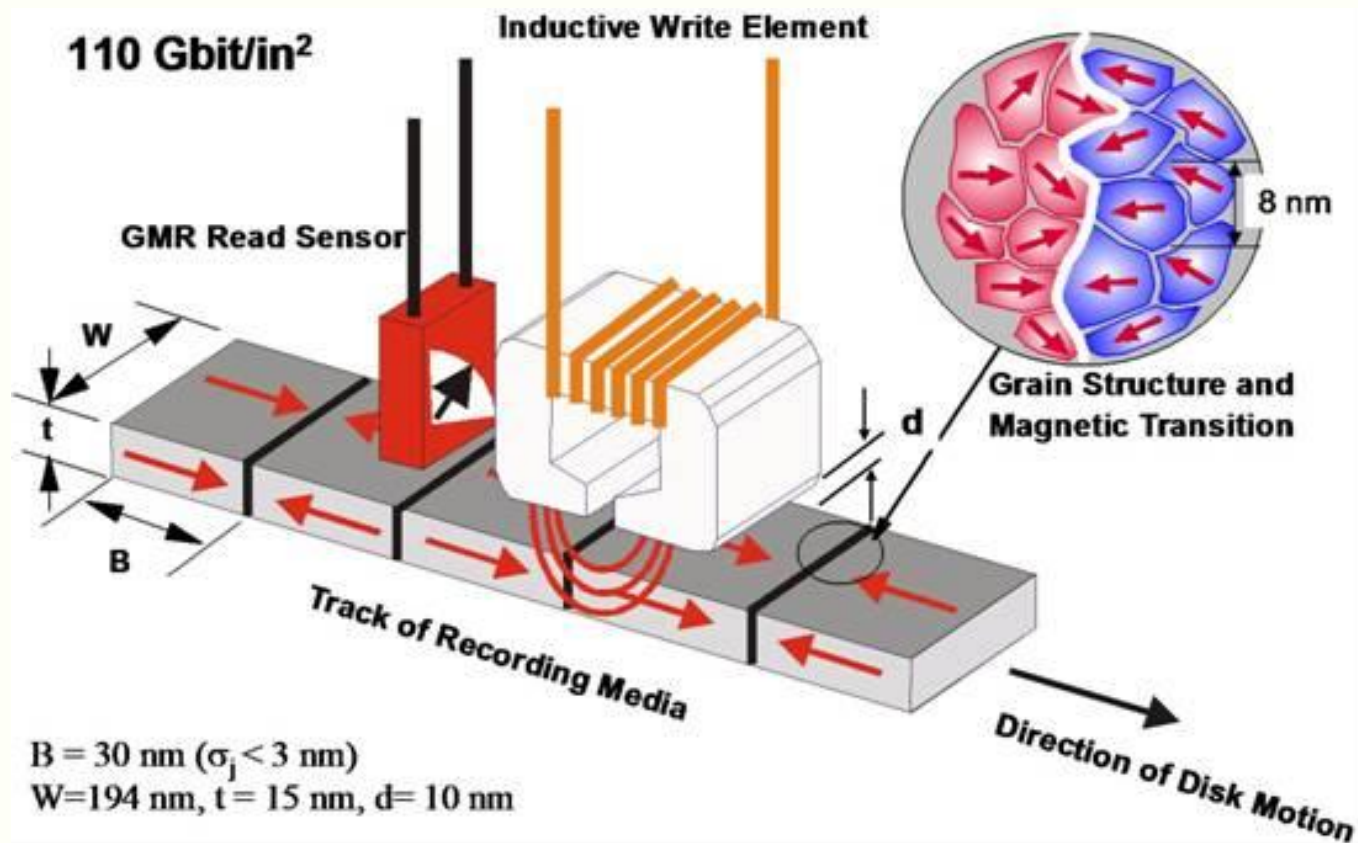
- Ejemplos:
 - “Domésticos”:
 - Ratón
 - Teclado
 - Impresora
 - Disco duro (HDD)
 - LANCE (Local Area Network Controller for Ethernet)
 - Etc., etc.
 - “Industriales”
 - Sensor de temperatura
 - Motores para la orientación de un telescopio
 - Sistema de control de actitud de un satélite artificial
 - Etc., etc.

Periféricos

- Gran diversidad:
 - Modo de funcionamiento
 - Formato y tamaño de los datos
 - Velocidad de transferencia
 - Tiempo de acceso
- Una posible clasificación:
 - Almacenamiento
 - Comunicación:
 - Humanos: Teclado, Ratón, Multimedia, *Brain interfaces*
 - Computadores: Redes: *cluster, Grid computing*
 - “Medio físico”: Sist. de control, *embedded systems*

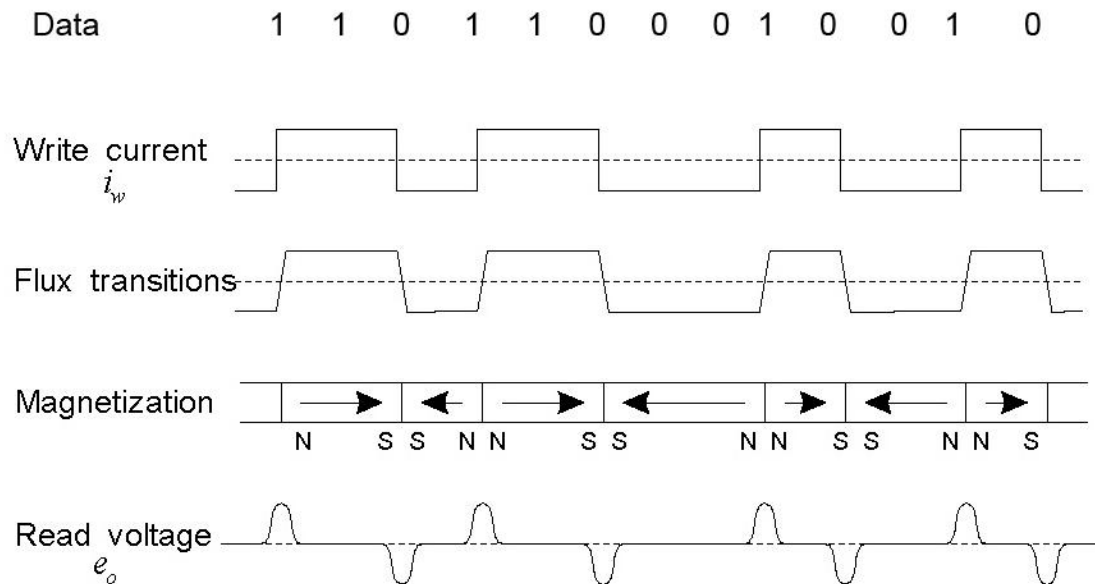
Unidades magnéticas

- Grabación en pistas (tracks)
 - Dominios magnéticos contiguos de polaridad alterna



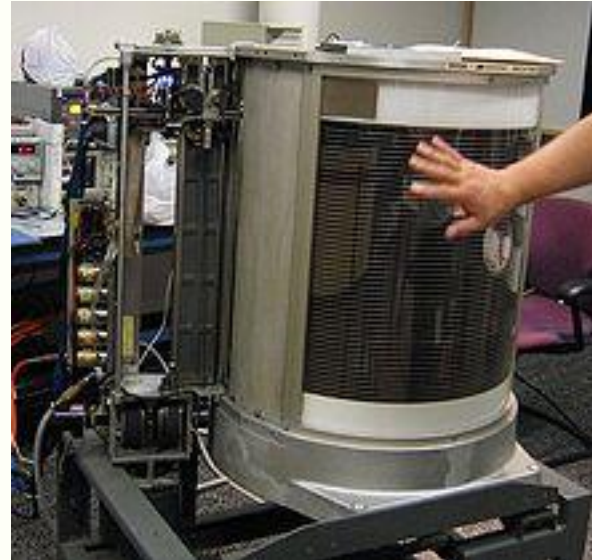
Unidades magnéticas

- Códigos de grabación
 - División en celdas de bit
 - Información de bit
 - Información de sincronismo
- Densidad de grabación: N° de bits por pulgada (bpi)
(hasta 2.470.000 bpi $\approx$ 97.250 bits/mm)



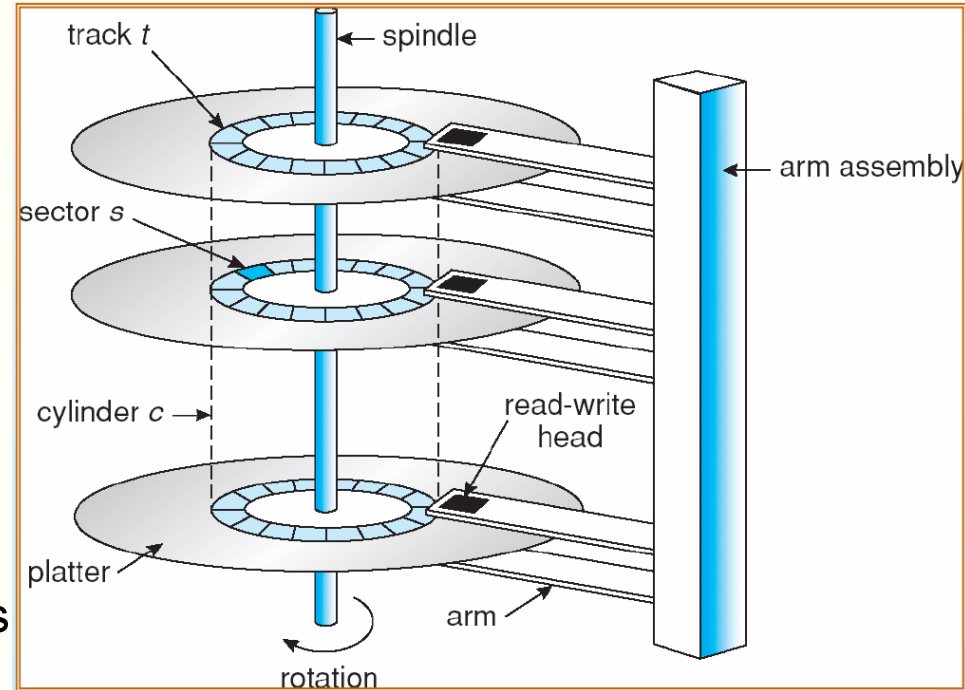
Disco Duro (HDD)

- IBM 1.956: IBM 350
 - 50 discos de 24" (61 cm)
 - 5 MB. T_{acc} 0,5 s
- IBM 1.973: Tecnología "Winchester". IBM 3340
 - Discos sellados junto con el motor y las cabezas
 - 70 MB. T_{acc} 25 ms



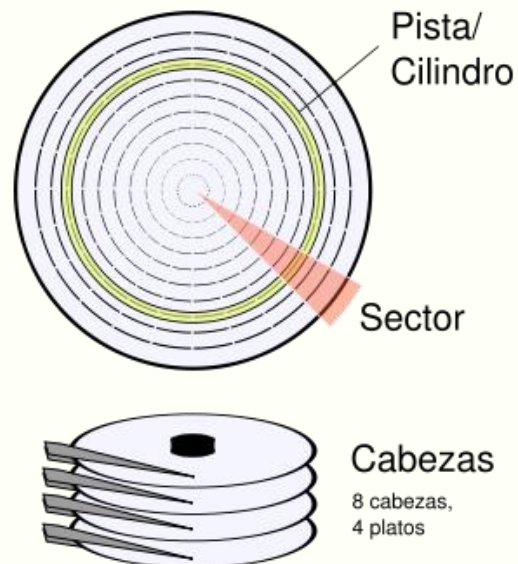
Disco Duro (HDD)

- Dispositivo tipo bloque
- Tamaño de los datos: bloque
- V_{transf}
- t_{acc}
- Modo de funcionamiento:
 - Organización: (p/c, sf/h, s)
 - Acceso a un sector
 - Distribución de múltiples sectores



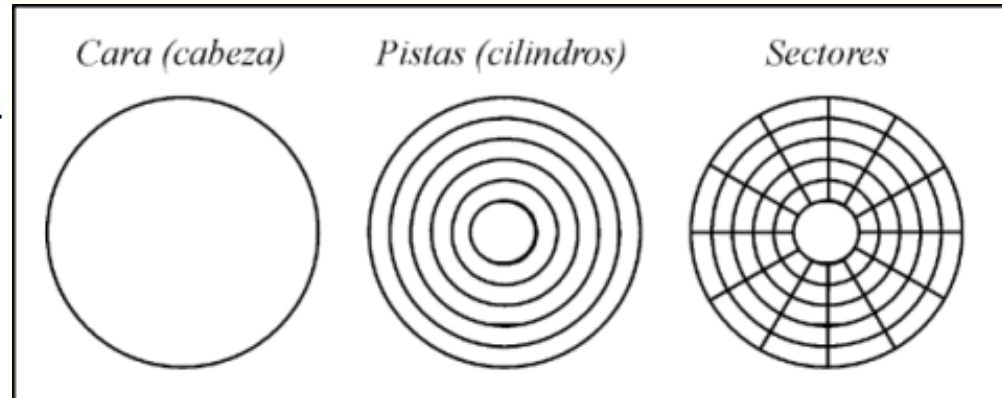
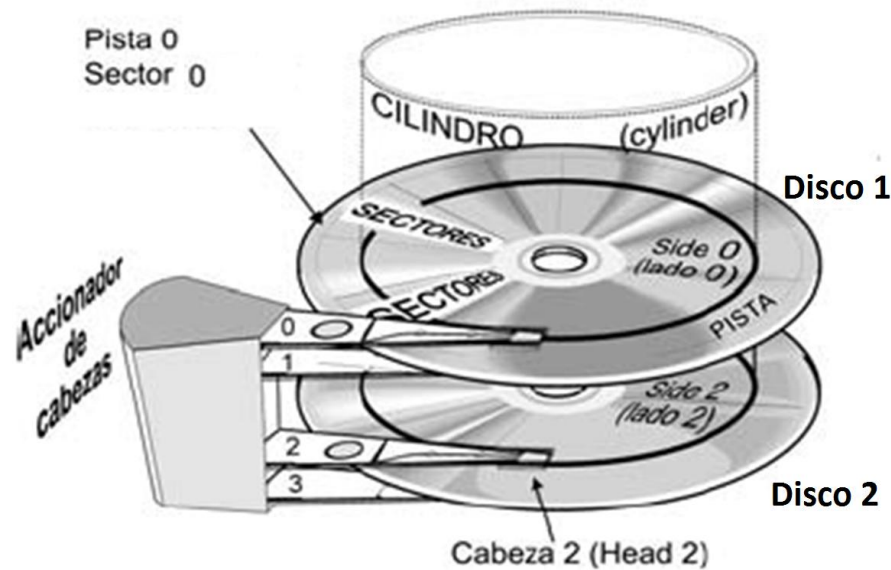
Disco Duro (HDD)

- Nomenclatura: **disco duro** o **HDD** [*Hard Disk Drive*]
- Componentes:
 - Motor: p.ej, 7.200 r.p.m.
 - Discos: superficie magnetizable, p.ej., óxido de hierro
 - Cabezales: transductores electromagnéticos



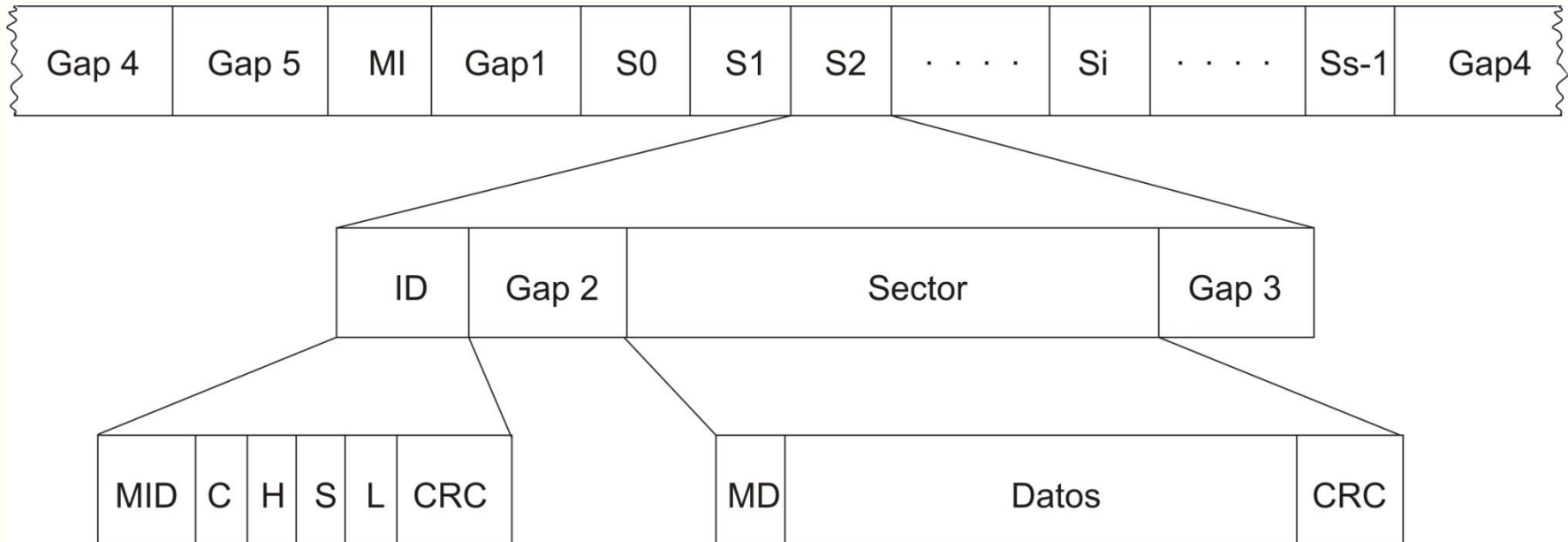
Disco Duro (HDD)

- Organización: Geometría. Coordenadas CHS
 - **cilindros** (C) o pistas
 - **superficies** (H) o caras
 - **sectores** (S)



Disco Duro (HDD)

- Formato de grabación
 - Capacidad bruta vs. capacidad neta
 - Información bruta vs. información neta



Disco Duro (HDD)

- Parámetros:
 - **Capacidad:** p.ej., 500 GB
 - V_{transf} : p.ej, 70 MB/s
 - t_{acc} : p.ej, 5 ms
 - otras:
 - densidad de grabación lineal: bits/pulgada
 - densidad de grabación angular: bits/rad
- Otras:
 - distribución de los 'sectores lógicos' por cilindros
 - número variable de sectores/pista: *Zone Bit Recording (ZBR)*

Disco Duro (HDD)

- Funcionamiento:
 - el motor gira siempre a la misma velocidad de rotación
 - el brazo se mueve hasta el cilindro destino: $t_{\text{búsqueda}}$
 - una vez en cilindro destino, t giro hasta el comienzo del sector: t_{latencia}
 - el t de lectura/escritura será el de giro del sector: $t_{\text{le}} = t_{\text{sect}}$

$$t_{\text{op}} = t_{\text{acc}} + t_{\text{le}}$$

$$t_{\text{acc}} = t_{\text{búsqueda}} + t_{\text{latencia}}$$

$$t_{\text{búsqueda}} = t_{\text{posicionamiento}} + t_{\text{estabilización}}$$

Disco Duro (HDD)

Consideraciones sobre los tiempos que se deben tener siempre presentes:

- $t_{\text{búsqueda}}$:
 - el motor no se para, luego conforme la cabeza se mueve el disco habrá avanzado un determinado nº de sectores
- t_{latencia} :
 - en media es el tiempo de $\frac{1}{2}$ vuelta
 - depende de la vel. de rotación y del nº del sector
- t_{le} :
 - es el t de giro del sector e igual si es Lectura o Escritura
 - si no hay ZBR, $t_{\text{le}} = t_{\text{sect}} = t_{\text{rev}}/\text{\#sect/pista}$

Disco Duro (HDD)

Ejemplo: HDD

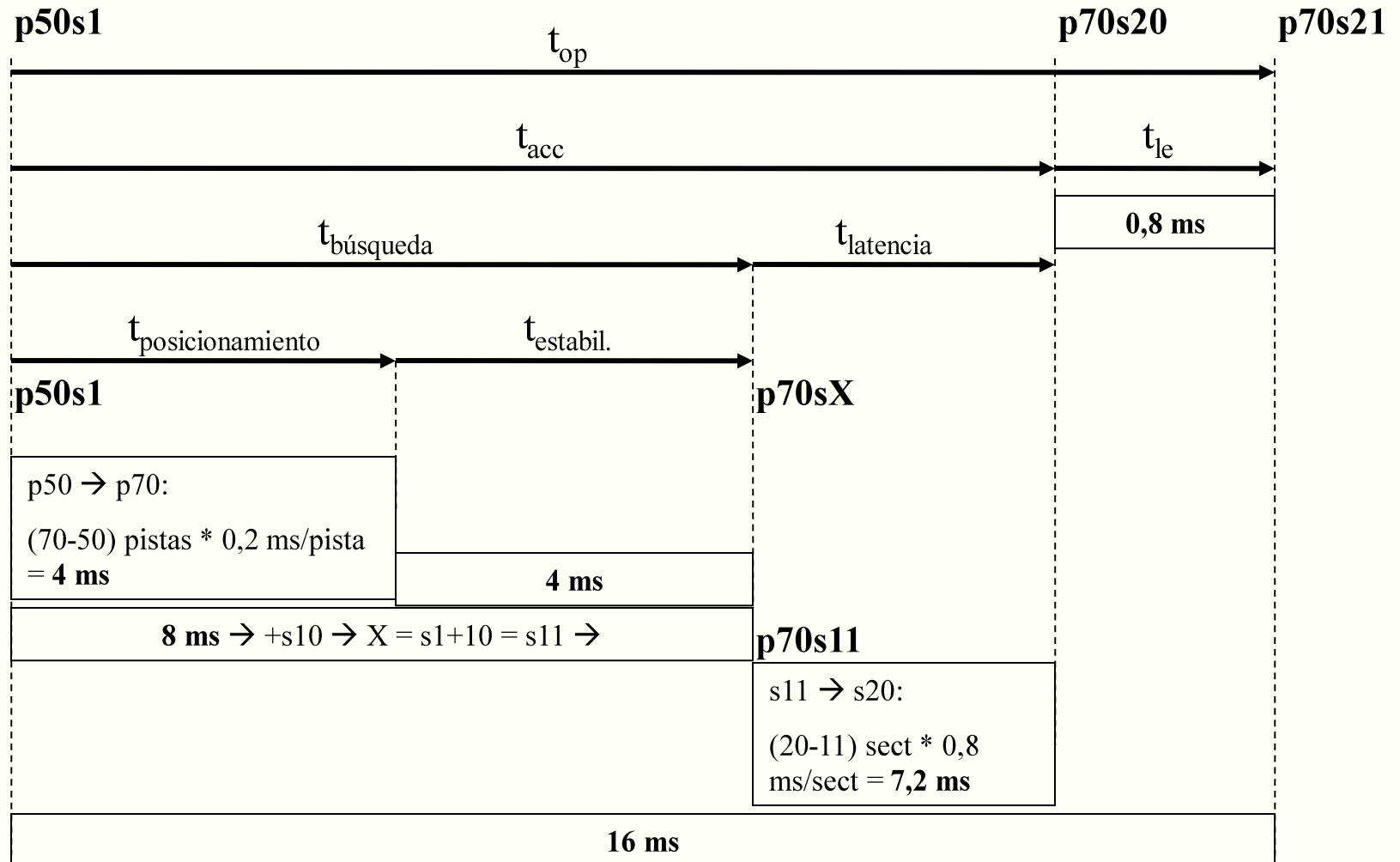
Características:

- Vel. de giro: 3.000 r.p.m. $\rightarrow$ 20 ms/rev
- N° de pistas: 500 pistas
- N° de sectores/pista (fijos): 25 sect/pista $\rightarrow t_{\text{sect}} = 0,8$ ms/sect
- T de pista a pista consecutiva: 0,2 ms/pista
- T estabilización al llegar pista destino: 4 ms

Caso:

*En $t=0$ s la cabeza del disco se encuentra al comienzo del sector s1 en la pista p50:
¿en qué instante concluirá la transferencia del sector s20 de la pista p70?*

Disco Duro (HDD)



Disco Duro (HDD)

Ejemplo de distribución de sectores lógicos en el disco:

- **2.000 pistas o cilindros (C)**
- **8 superficies (H) o caras**
- **200 sectores (S)**

$8 \times 200 = 1.600$ sectores por cilindros y $1.600 \times 2.000 = 3.200.000$ sectores en el disco.

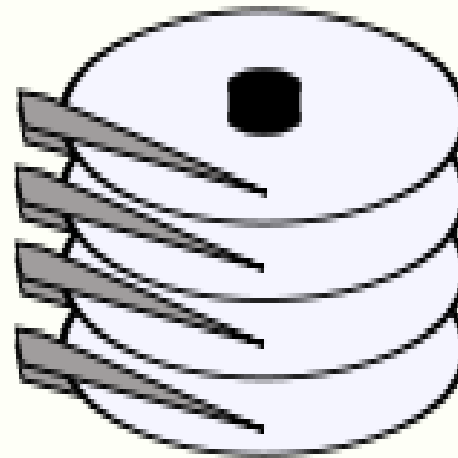
Sector absoluto: 1.234.567

Cilindro = $1.234.567 / 1.600 = 771$

Resto = $1.234.567 \bmod 1.600 = 967$

Superficie = $967 / 200 = 4$

Sector = $967 \bmod 200 = 167$



Cabezas

8 cabezas,
4 platos

1.234.567 (C = 771, H = 4, S = 167)

Disco Duro (HDD)

Ejercicio

Sea una unidad de disco con las siguientes características:

- 4 Superficies
- 256 pistas (cilindros)
- Sectores de 1.024 bytes (80%). Información bruta: 256 bytes (20%)
- Pista N° 1 tiene 5 cm de radio ($\pi = 3,14159$)
- Densidad de grabación lineal de la pista 1: 6.519 bits/cm
- Tiempo de avance de una pista a otra consecutiva: $t_{pap} = 0,2 \text{ ms}$
- Tiempo de estabilización: $T_{est} = 3 \text{ ms}$
- Velocidad de rotación: 3.000 rpm

Calcular:

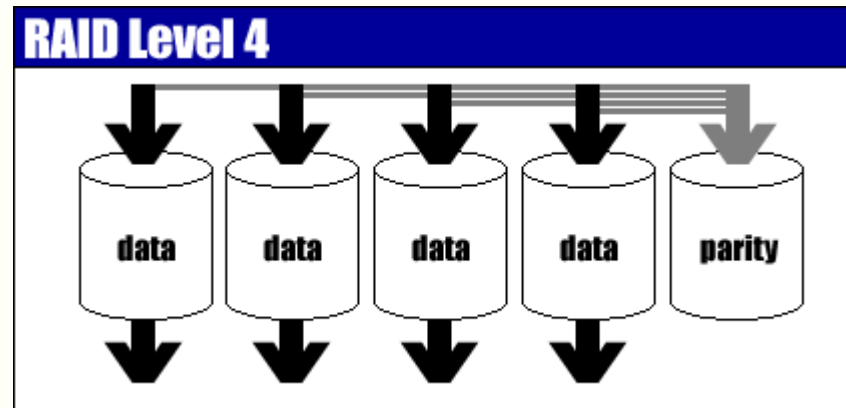
- 1 N° de sectores por pista
- 2 Capacidad bruta y neta
- 3 Tiempo medio de acceso y velocidad de transferencia
- 4 Si en $t=0$ las cabezas se hallan el sector 5 del cilindro 1,
tiempo empleado en leer los sectores 4.155, 4.107 y 1.328 consecutivamente.

Disco Duro (HDD)

RAID: *Redundat Array of Inexpensive Disks*

Objetivos:

- Incrementar la capacidad
- Mejorar el velocidad de transf. y/o el tiempo de acceso
- Aumentar la fiabilidad y la tolerancia a fallos
- Ejemplo: RAID 4

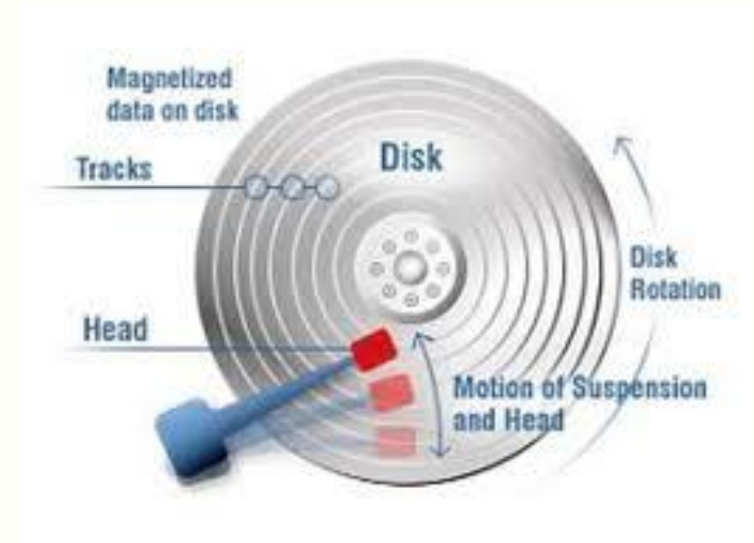
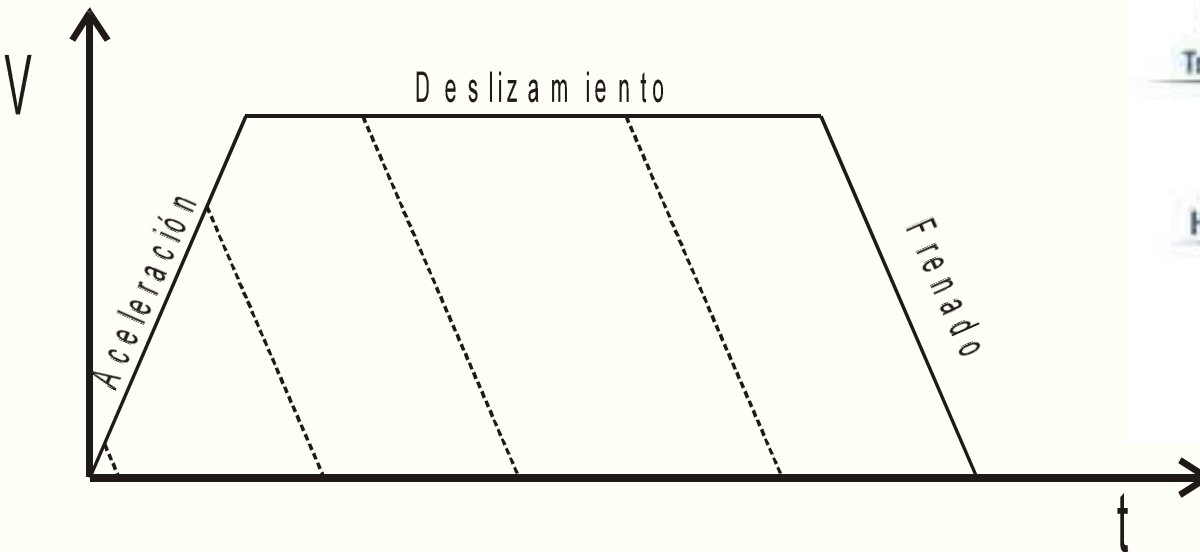


Disco Duro (HDD)

- Otras consideraciones
 - Movimiento de las cabezas
 - Zone Bit Recording
 - Direccionamiento lógico de los sectores: LBA
 - Caché interna
 - Interfaz: Velocidad de transferencia
 - Grabación perpendicular
 - Cabezas de lectura GMR (Giant Magnetoresitance)
- Medidas de fiabilidad:
 - MTBF: *Mean Time Between Failures*
 - Tecnología SMART: *Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology*

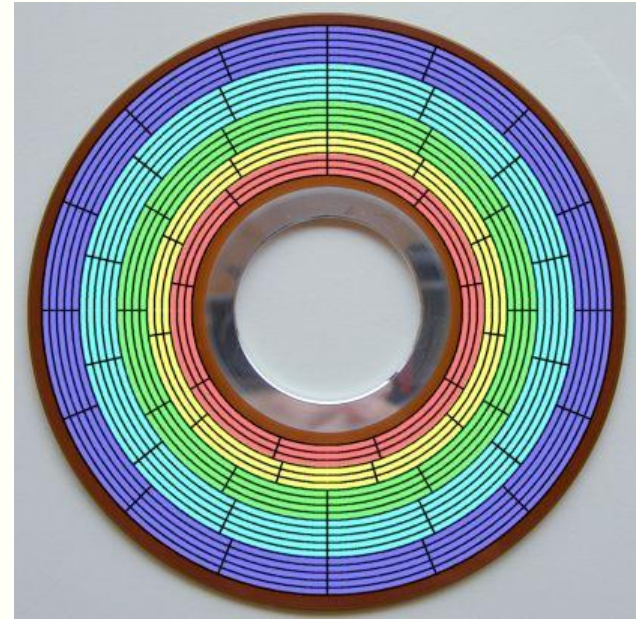
Disco Duro (HDD)

Movimiento de las cabezas



Disco Duro (HDD)

- *Zone Bit Recording (ZBR)*
 - se utiliza habitualmente
 - su objetivo es aprovechar al máximo la superficie magnética
 - Vel. de transf.:
 - cte. dentro de cada zona
 - máxima en la zona más externa
 - mínima en la zona más interna
 - Densidad de grabación:
 - angular: fija/zona
 - lineal: fija/entre zonas



Disco Duro (HDD)

	250GB/p Mid BIP-Mid TPI format			
Zone	Cylinder			No. of Sectors/Trk
0	0	-	7153	1920
1	7154	-	16365	1840
2	16366	-	25675	1800
3	25676	-	30771	1760
4	30772	-	35867	1720
5	35868	-	47431	1680
6	47432	-	52429	1632
7	52430	-	59583	1600
8	59584	-	68893	1560
9	68894	-	74871	1520
10	74872	-	80849	1480
11	80850	-	91139	1440
12	91140	-	102801	1360
13	102802	-	110935	1320
14	110936	-	113679	1296
15	113680	-	117501	1280
16	117502	-	123479	1240
17	123480	-	135043	1200
18	135044	-	140825	1140
19	140826	-	146999	1104
20	147000	-	152585	1080
21	152586	-	159151	1020
22	159152	-	170225	960
23	170226	-	172675	912

Disco Duro (HDD)

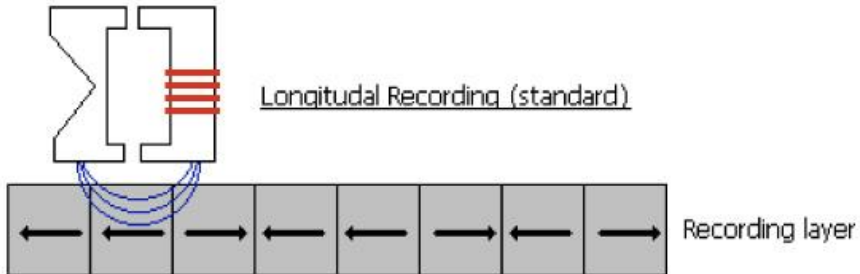
- Interfaces:
 - ST506:
 - ESDI
 - IDE
 - ATA
 - EIDE (FastATA),
 - SCSI
 - SAS
 - SATA
 - Etc.

Disco Duro (HDD)

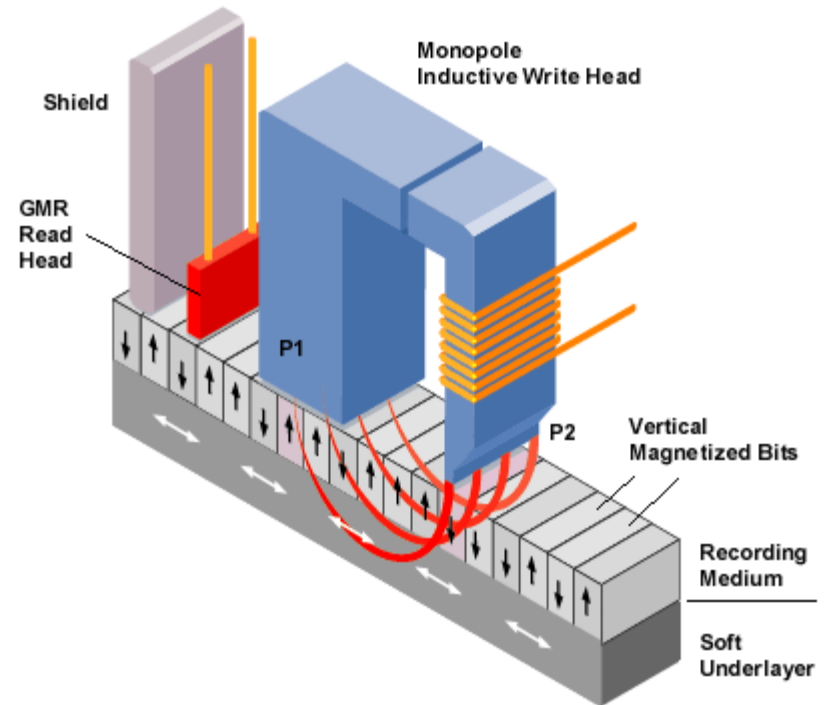
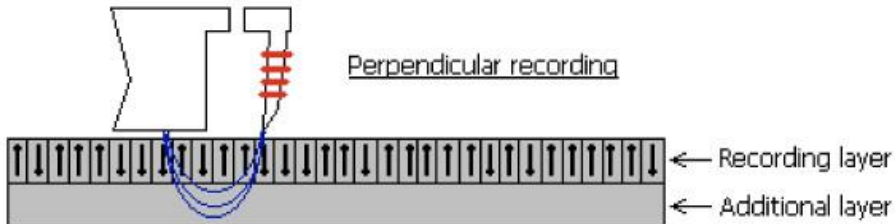
Grabación perpendicular. Cabezas de lectura GMR

From Computer Desktop Encyclopedia
© 2006 The Computer Language Company Inc.

"Ring" writing element



"monopole" writing element





Capacity (Blocks)		
Sector Size	ST33000650SS	
	ST33000651SS	
	ST33000652SS	
	Decimal	Hex
512	5,860,533,168	15D50A3B0h
520	5,736,538,480	155ECA170
528	5,578,747,784	14C84EF88

2011

5.1 Internal drive characteristics

	ST33000650SS	
	ST33000651SS	
	ST33000652SS	
Drive capacity	3	TB (formatted, rounded off value)
Read/write data heads	10	
Bytes per track	1,419,776	Bytes (average, rounded off values)
Bytes per surface	300,000	MB (unformatted, rounded off value)
Tracks per surface (total)	284,399	Tracks (user accessible)
Tracks per inch	270,000	TPI (average)
Peak bits per inch	1,638,000	BPI
Areal density	444	Gb/in ²
Internal data rate	68.7 - 155	MB/s (variable with zone)
disk rotation speed	7200	rpm
Avg rotational latency	4.16	ms

5.2.1 Access time

		Not including controller overhead ^{1,2} (ms)		Including controller overhead ^{1,2} (ms)	
		Read	Write	Read	Write
Average	Typical ^{3,4}	8.3	9.3	8.5	9.5
Single track	Typical ^{3,4}	0.5	0.5	0.7	0.7
Full stroke	Typical ^{3,4}	15.5	16.2	15.7	16.4

1. Execution time measured from receipt of the Command to the Response.
2. Assumes no errors and no sector has been relocated.
3. Typical access times are measured under nominal conditions of temperature, voltage, and horizontal orientation as measured on a representative sample of drives.
4. Access time = controller overhead + average seek time and applies to all data transfer commands.
Access to data = access time + latency time.

ST10000NM0246 2017

4.1 Internal drive characteristics

Drive capacity	10TB models	(formatted, rounded off value)
Read/write data heads	14	
Bytes/track	2,265,088	Bytes (average, rounded off values)
Bytes/surface	714,500	MB (unformatted, rounded off values)
Tracks/surface (total)	395,250	Tracks (user accessible)
Tracks/in	375,000	TPI (average)
Peak bits/in	2,287,000	BPI
Areal density	858	Gb/in ²
Internal data rate	2704	Mb/s (max)
Disk rotation speed	7200	RPM
Avg rotational latency	4.16	ms

4.1.1 Format command execution time

5xxE and 4KN-byte sectors (minutes)	10TB models
Maximum (with verify)	1896
Maximum (without verify)	948

ST18000NM000J 2020 18 TB 9 discos

2.3 Recording and interface technology

Interface	Serial ATA (SATA)
Recording method	Perpendicular
Recording density, KBPI (Kb/in max)	2470
Track density, KTPI (ktracks/in avg)	482
Areal density (Gb/in ² avg)	1146
Spindle speed (RPM) (± 0.2%)	7200
Internal data transfer rate (Mb/s max)	2899
Sustained data transfer rate (MiB/s max)	258
I/O data-transfer rate (MB/s max)	600 (Ultra DMA mode 5)

Unidades de Estado Sólido (SSD)

- **SSD, Solid State Drive (o Disk):** unidad de almacenamiento construida con circuitos integrados y elementos de memoria.
- Suelen suministrar interfaces compatibles con los HDD (SCSI, ATA, PCI, etc.)
- No contiene elementos electro-mecánicos.
- Ventajas:
 - Son más robustos físicamente: temperatura, golpes, etc.
 - Funcionan silenciosamente
 - Menor tiempo de acceso (10 micros) y de transferencia (GB/s)
 - Más fiables (menor tendencia a contener errores)
 - Menor peso
 - Menor consumo eléctrico (aprox. 1/3 que los HDD).

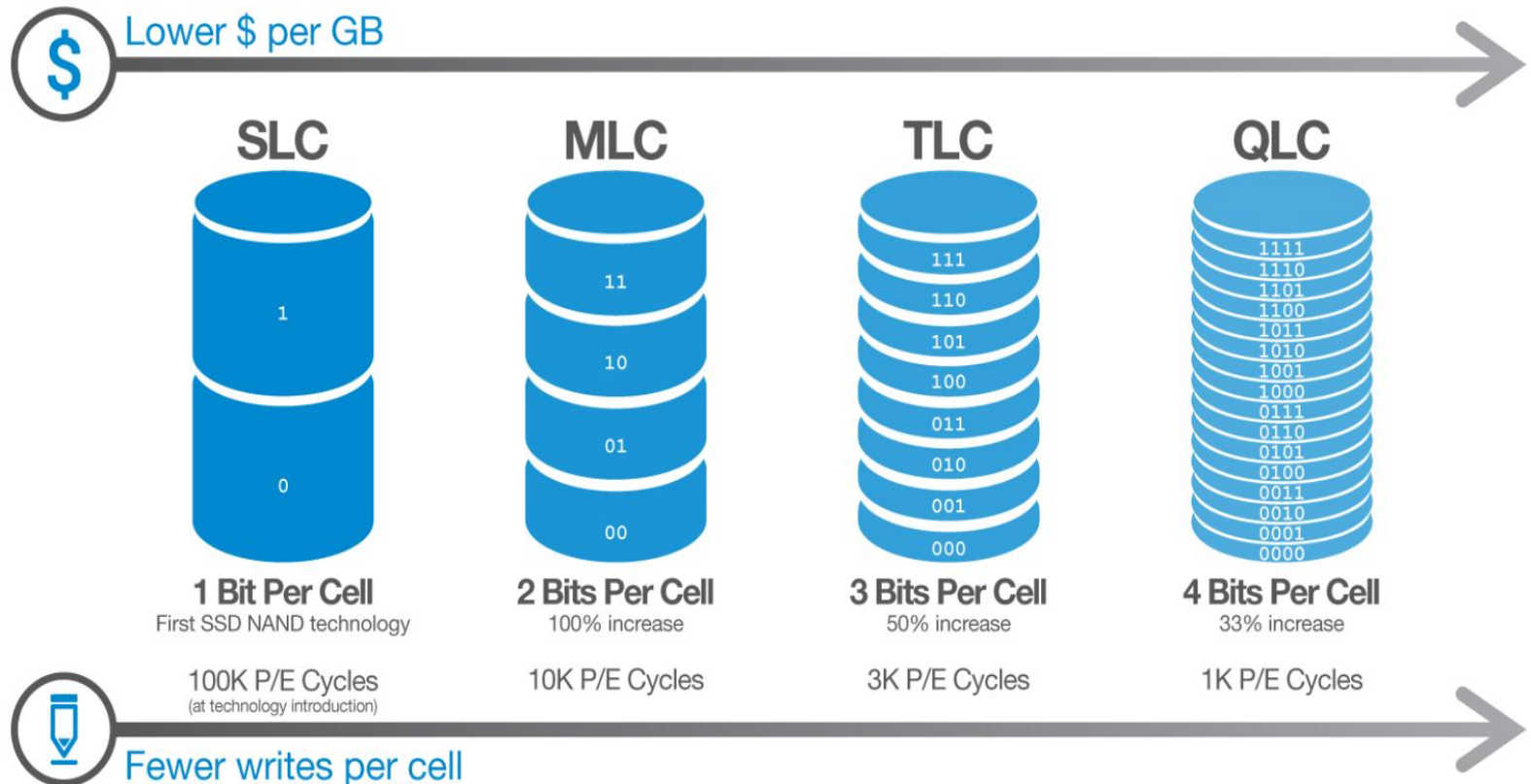
Unidades de Estado Sólido (SSD)

- Inconvenientes:
 - Precio, aunque poco a poco se vuelve tolerable:
 - Abril '14: 0,45 \$/GB vs (0,05-0,10) \$/GB en HDD
 - Nov '16: 1 TB: **0,23** \$/GB vs (0,04-0,05) \$/GB en HDD
 - Diferencia de velocidades entre accesos en lectura y en escritura (mayor este último).
 - Tiempo de vida más limitado
- Tecnología de la memoria:
 - DRAM | NAND Flash (desde 2009):
- Capacidad de almacenamiento:
 - Nov '16: 500 GB - 4TB (y hasta 10 TB, modelos más caros)
128 GB, como estándar
- Artículo de referencia: http://www.storagereview.com/ssd_vs_hdd
- Artículos recientes: <http://latam.pcmag.com/dispositivos-almacen-reviews-comparativos/123/feature/ssd-vs-hdd-cual-es-la-diferencia>
 - <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2404258,00.asp>

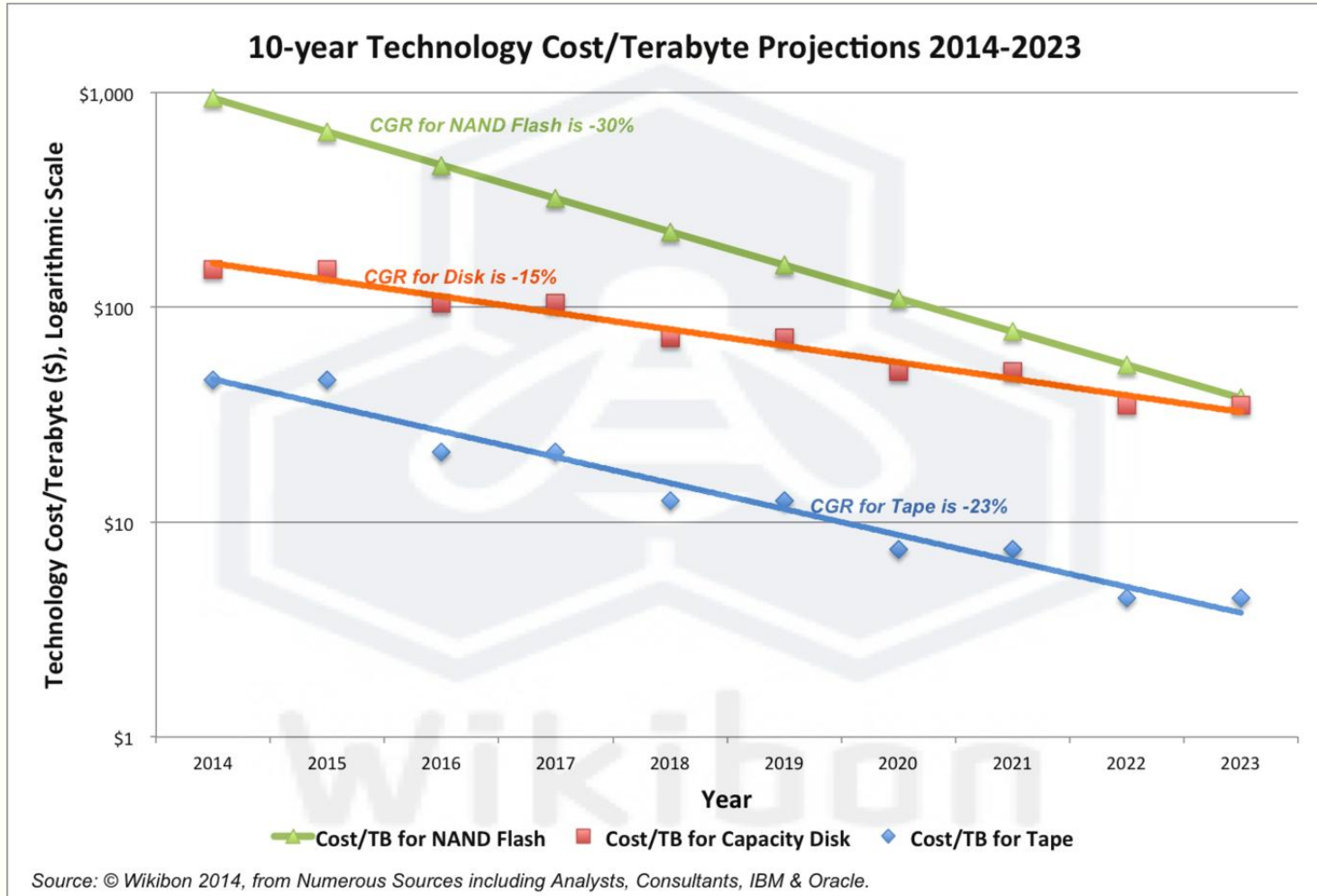
Unidades de Estado Sólido (SSD)

Tipos de memorias en los discos SSD: 3D MLC, TLC, QLC...

Las memorias NAND que forman los discos SSD y donde se guardan nuestros datos se dividen en 4 grupos principales según la **cantidad de bits de información que se almacena en cada celda**. Así pues, actualmente las memorias en los discos SSD pueden ser **MLC, TLC, o QLC**:



Proyección en 2014

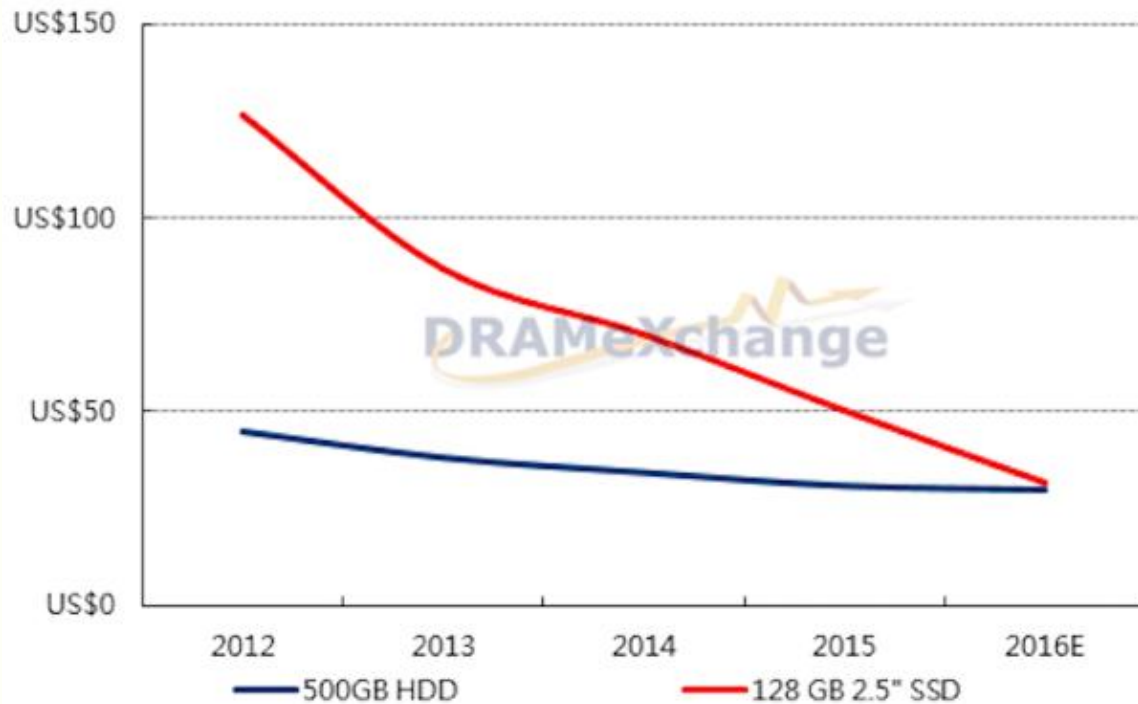


Datos en 2016: precio HDD 500 GB = SSD 128 GB

HDD: Amazon: 500 GB [ATA]: 44 €

SSD: Amazon: 128 GB: 48 €

Figure: 128GB SSD and 500GB HDD Price Trends, 2012~2016



Source : DRAMeXchange, Mar., 2016

Monitor LCD

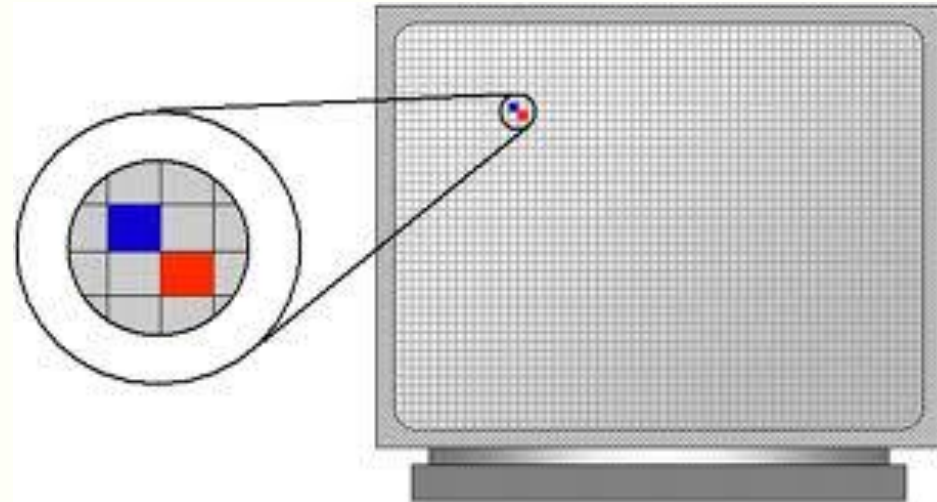
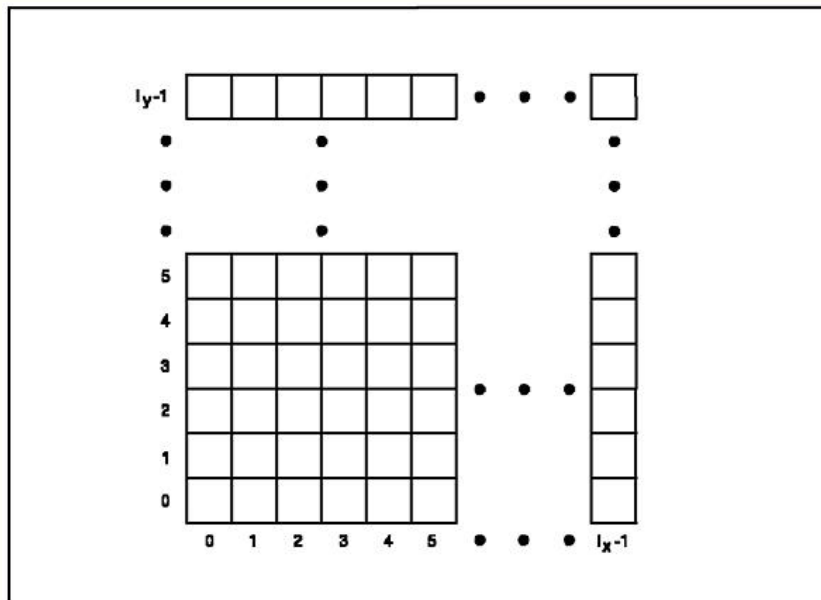
Resolución: N° de pixels en la línea x N° de líneas (1.920 x 1.080)

Profundidad de color: N° de bits usados para representar un pixel (24)

Determina el N° de colores distintos (gama, paleta)

Memoria de pantalla (de vídeo, de cuadro...): Matriz almacenada en memoria que representa la imagen que proyecta la pantalla del monitor

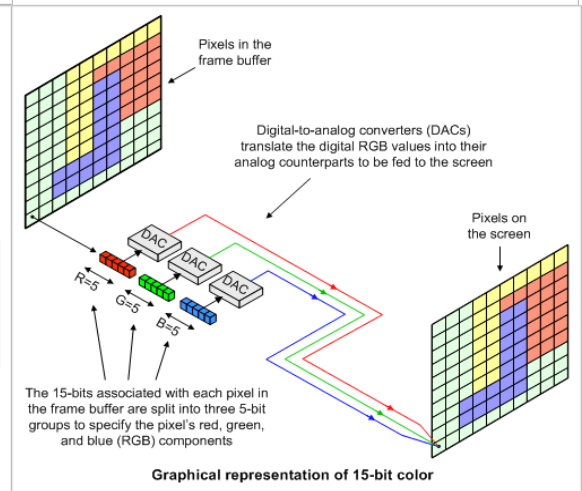
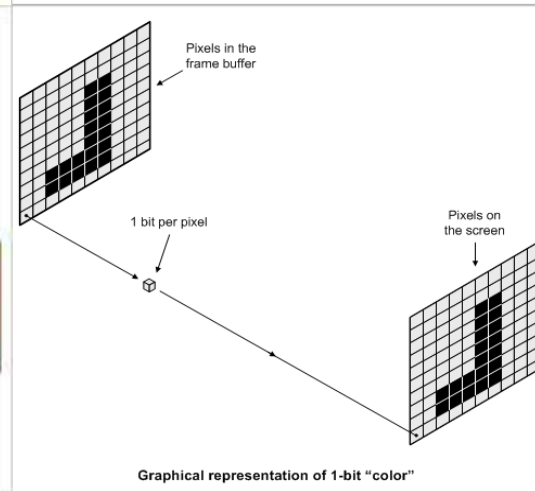
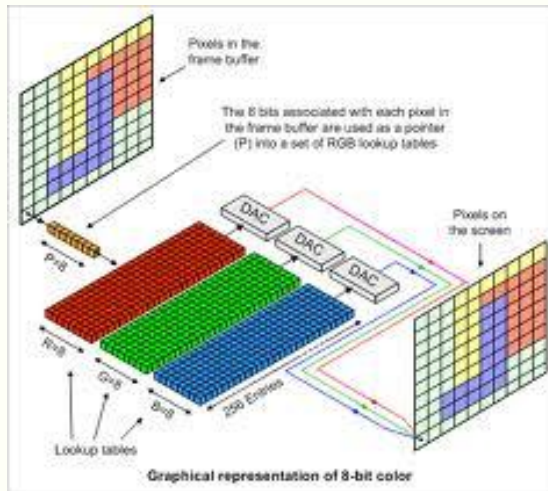
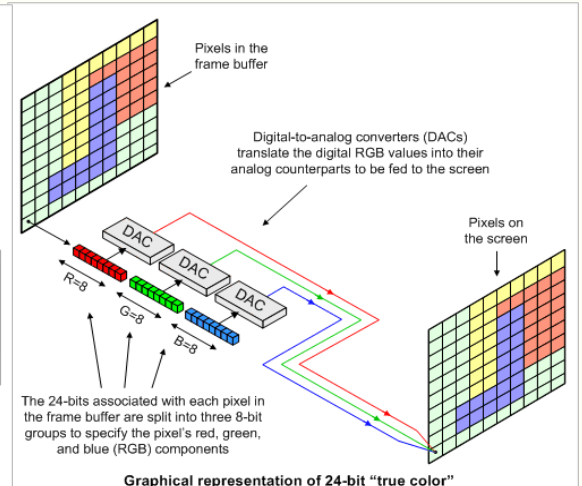
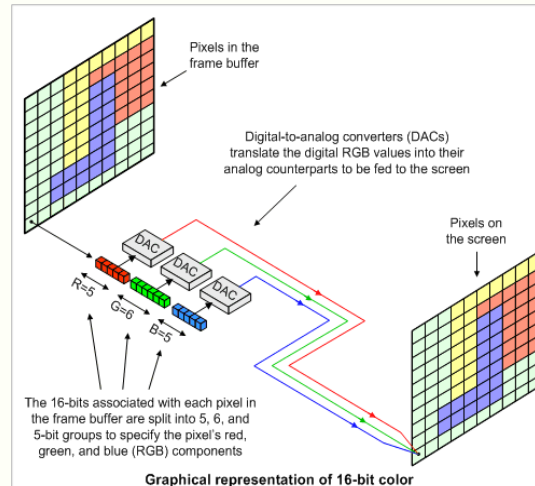
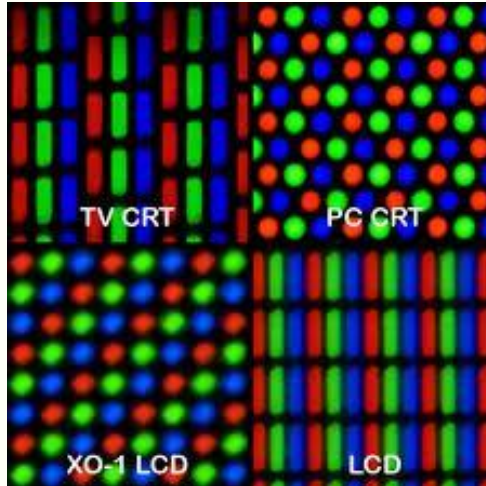
Frecuencia de pantalla (de refresco, de vídeo, vertical...): Frecuencia con que se proyecta la memoria de vídeo en la pantalla del monitor



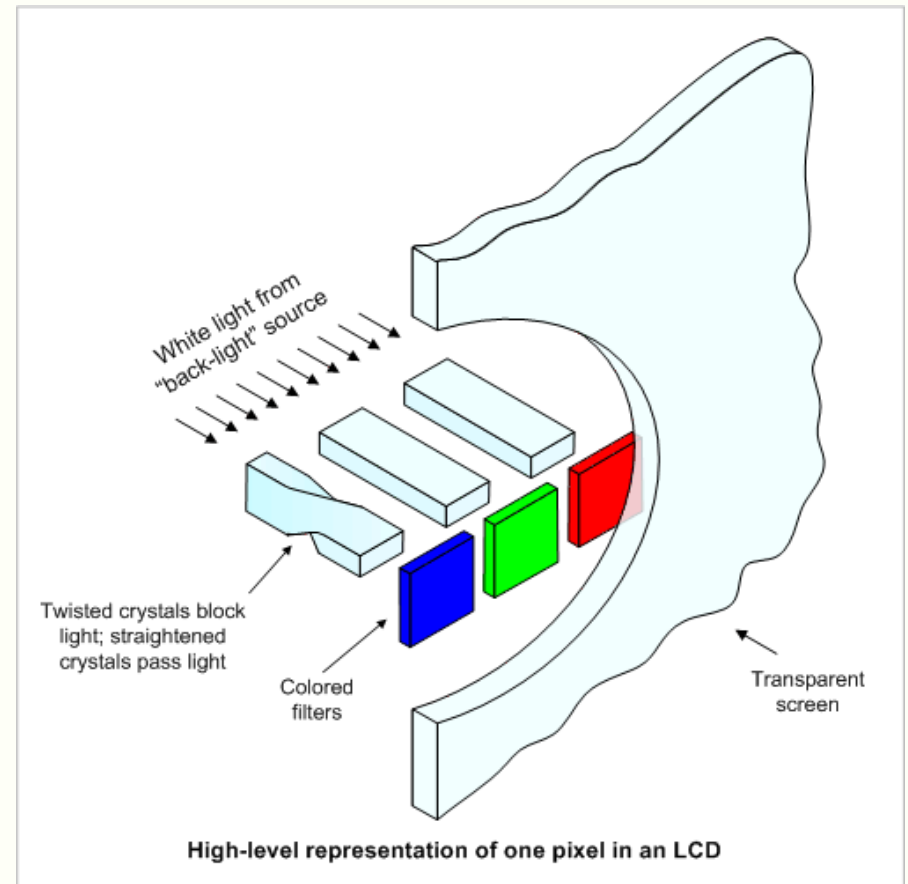
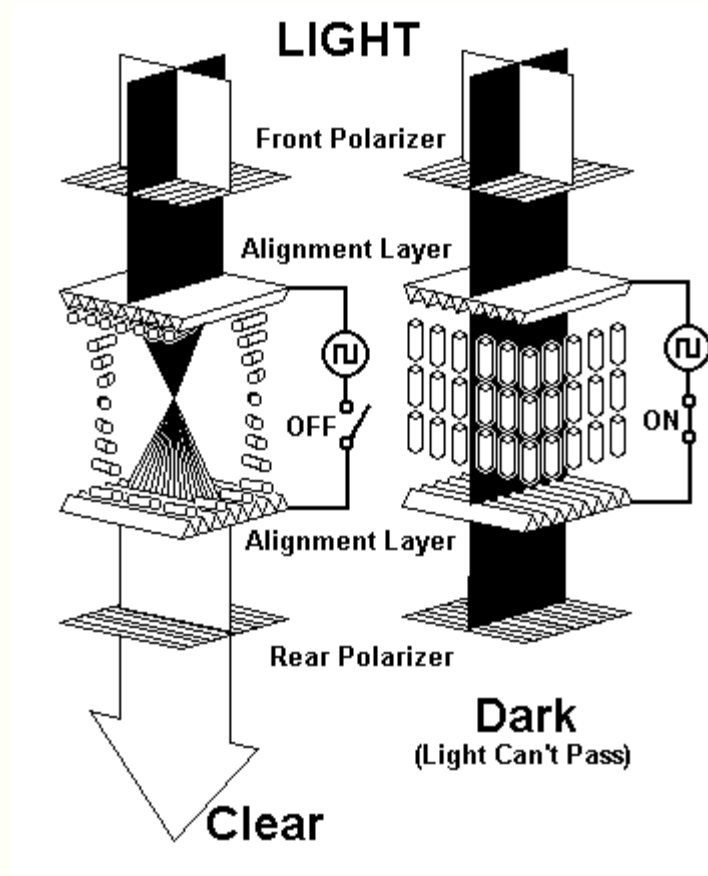
Monitor LCD

tríada

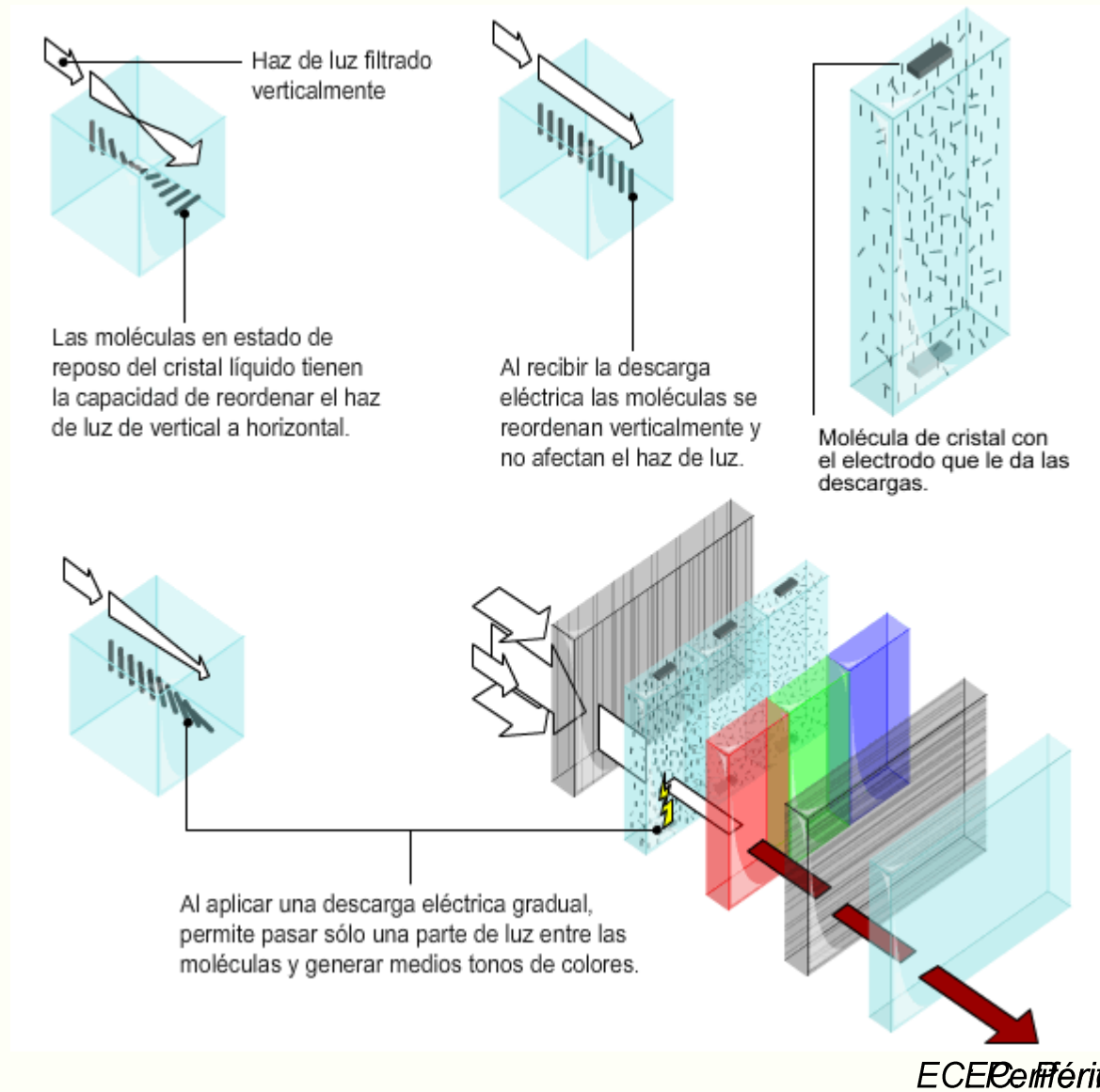
profundidad de color



Monitor LCD



Monitor LCD



Monitor LCD

Memoria de pantalla

Requisitos:

- Tamaño: resolución x profundidad de color (expresada en bytes)
 $1.920 \times 1.080 \times 3 = 6.220.800$ bytes
- Velocidad a la que se lee la memoria: tamaño x frecuencia de pantalla
 $6.220.800 \text{ bytes} \times 70 \text{ Hz} = 435.456.000 \text{ bytes/s}$

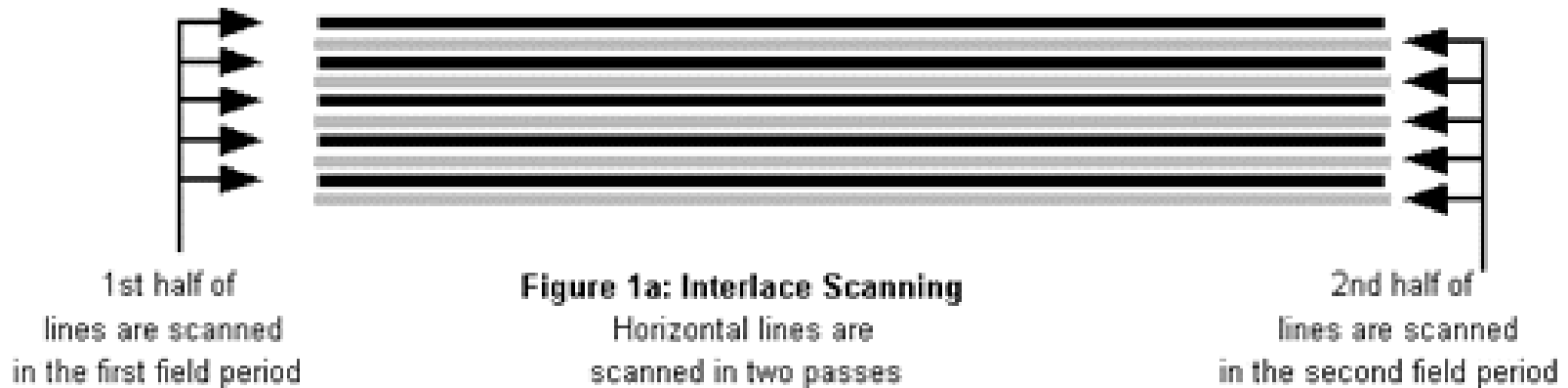
Capacidad:

- Longitud de palabra: nº de bits (bytes) que se leen en un ciclo de memoria
64 bits (8 bytes)
- Tiempo de acceso: tiempo que se emplea en leer una palabra
10 ns
- Ancho de banda: capacidad (velocidad máxima) de lectura de la memoria
ancho de banda = longitud de palabra / tiempo de acceso
 $8 \text{ bytes} / 10 \times 10^{-9} \text{ s} = 800.000.000 \text{ bytes/s}$

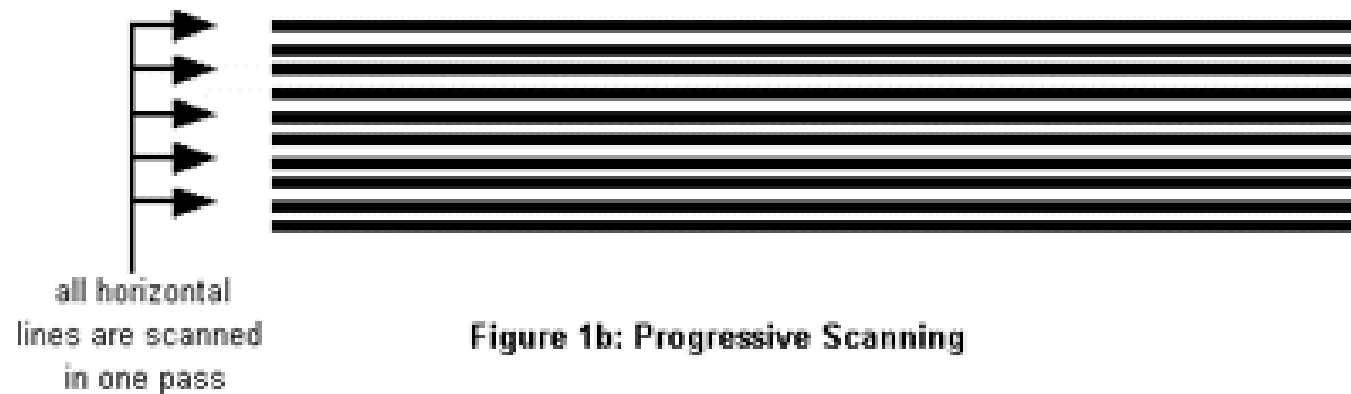
Monitor LCD

Entrelazado

video scan lines on television display



video scan lines on higher performance display

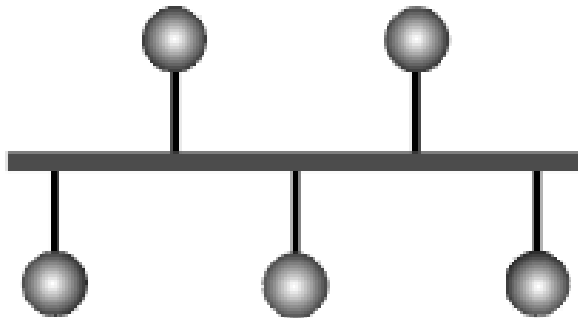


Dispositivos de comunicación

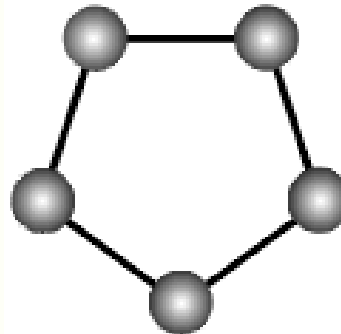
1:1 Punto a punto (línea serie)

N:N Red local (Ethernet)

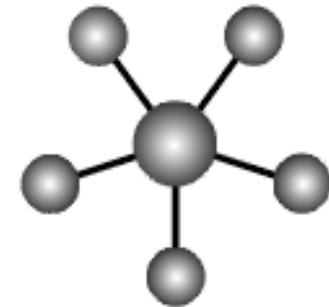
Topología



Bus network



Ring network



Star network

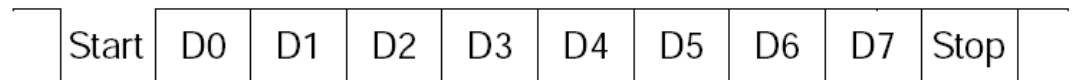
Línea serie

- Dispositivo de tipo carácter (bloque)
- Tamaño de los datos: byte
- V_{transf} : 110-115.200 bits/s
- Modo de funcionamiento:
 - Asíncrono/Síncrono (USART)
 - Paridad
 - Control de flujo
 - Gestión de la comunicación

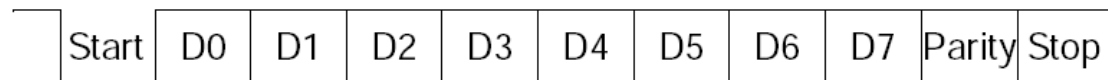
UART

- A universal asynchronous receiver/transmitter (usually abbreviated UART and pronounced /'ju:art/) is a type of "asynchronous receiver/transmitter", a piece of computer hardware that translates data between parallel and serial forms. UARTs are commonly used in conjunction with other communication standards such as EIA RS-232.
(<http://en.wikipedia.org/wiki/UART>)

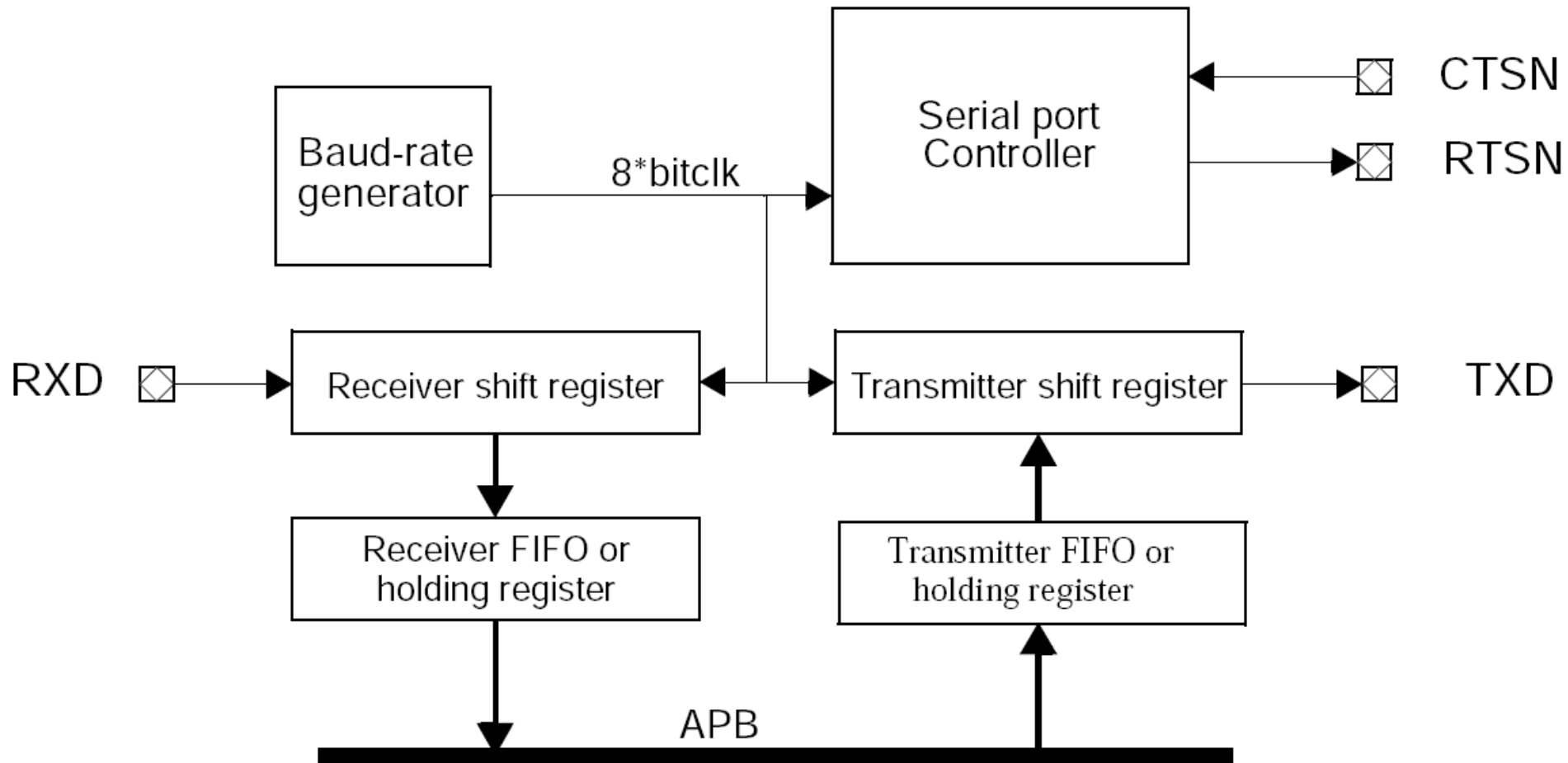
Data frame, no parity:



Data frame with parity:



Estructura UART



Control de flujo

Adecuar las velocidades de procesamiento de los dispositivos conectados.

- Hardware:
 - RTS/CTS: Request To Send/Clear To Send
 - Controla el buffer de recepción de la UART
- Software:
 - XON/XOFF: Transmission ON/OFF
 - Códigos ASCII (17 y 19)
 - Controla el buffer de la aplicación

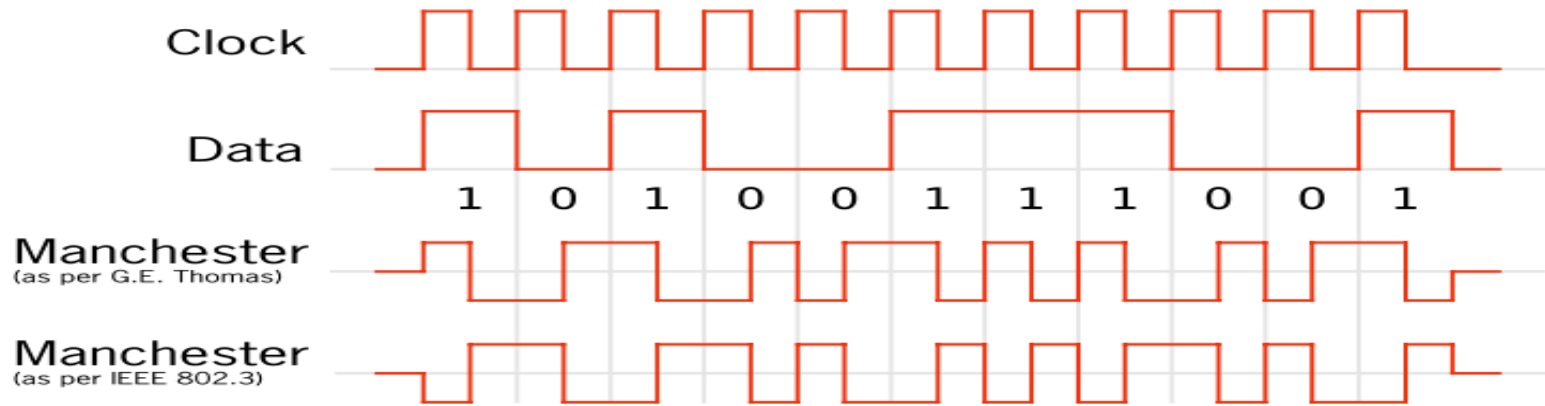
Comunicación

- Gestión: Simplex, Half-Duplex y Full-Duplex
- Velocidad/distancia:
 - 19.200 bits/s: 15 m
 - 2.400 bits/s: 1.000 m
- Niveles RS-232:
 - 1 lógico: -3..-15V
 - 0 lógico: +3..+15V
- RS-422: Señales en modo diferencial.
- RS-485: Conexión en bus
 - Configuración maestro/esclavo
- NMEA 0183: receptores GPS y equipos “marinos”
 - 4.800 bits/s, 8N1 y niveles RS-422

Ethernet

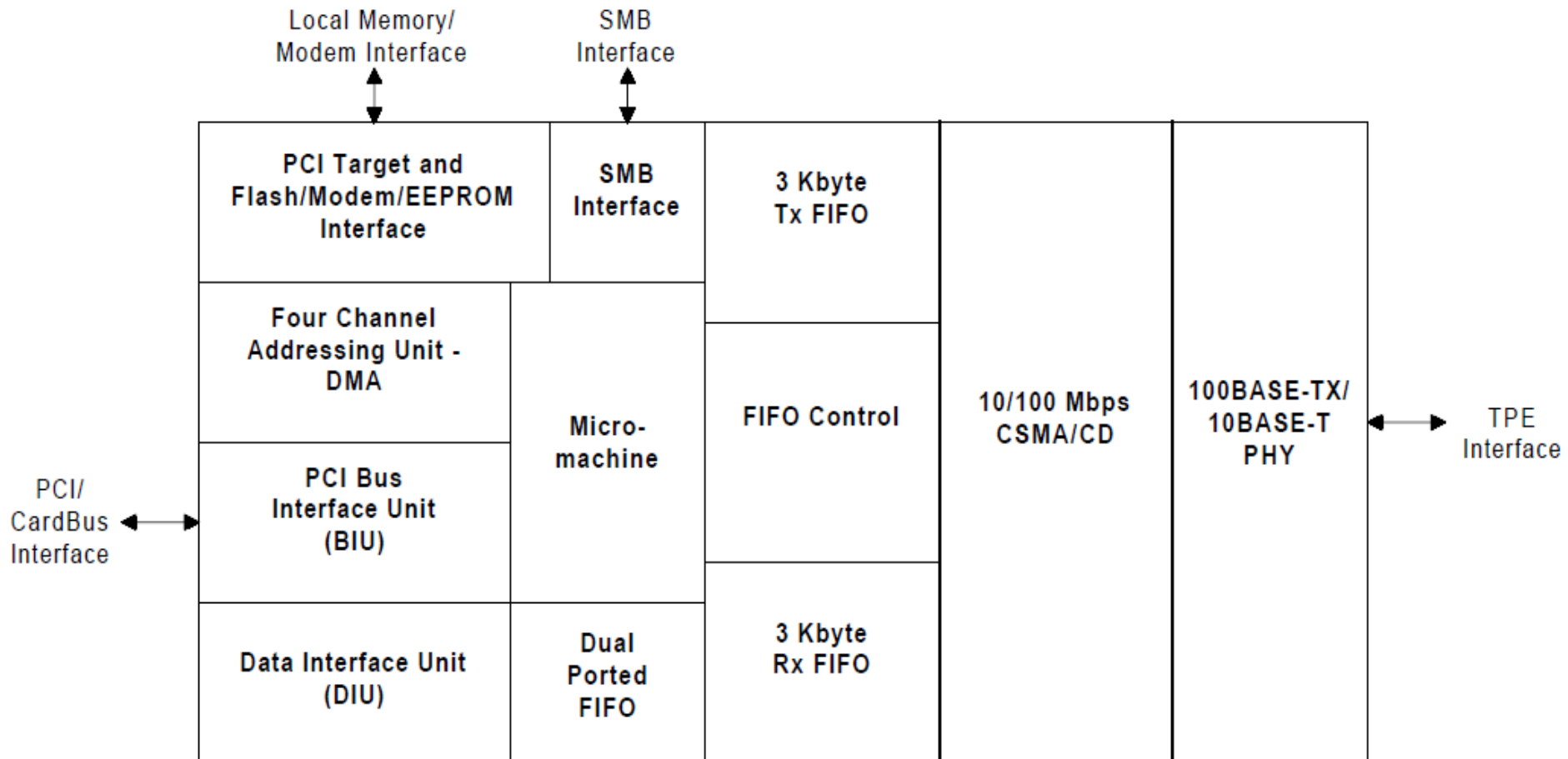
- Dispositivo de bloque
- Tamaño de los bloques variable
- V_{transf} : 10-10.000 Mbps (10 Gbits/s)
- Modo de funcionamiento:
 - Codificación de datos
 - Formato de paquete
 - Control de flujo
 - Medio físico

Codificación de datos



- Modulación por desplazamiento de fase.
- Reloj autocontenido.
- Se necesita doble ancho de banda.

LANCE: Local Area Network Controller for Ethernet



Formato de paquete

802.3 Ethernet frame structure								
Preamble	Start of frame delimiter	MAC destination	MAC source	802.1Q tag (optional)	Ethertype or length	Payload	Frame check sequence (32-bit CRC)	Interframe gap
7 octets of 10101010	1 octet of 10101011	6 octets	6 octets	(4 octets)	2 octets	46-1500 octets	4 octets	12 octets
		64-1522 octets						
		72-1530 octets						
		84-1542 octets						

- La dirección MAC es única para cada LANCE:
\$ifconfig
eth0 Link encap: Ethernet dirección HW 20:cf:30:27:14:78
- Información neta: 46-1500 bytes
- Información bruta (incluyendo tag): 84-1542 bytes
- IFG permite a los LANCES prepararse para la recepción del siguiente paquete.

Medio físico

- Originalmente cable coaxial de 9.5 mm (thicknet) 1980-85. Bus de 500 m.
- Posteriormente cable coaxial fino RG-58 de 5 mm (thinnet). Bus de 185 m.
- Actualmente los medios más comunes son par trenzado con conectores 8P8C (Rj45) y transmisión Wireless LAN por radio (WiFi).

Control de flujo

- Topología en bus con protocolo CSMA/CD:
 1. CS (Carrier sense) los LANCES reciben por la red a la espera de que esté inactiva.
 2. MA (Multiple access) uno o varios LANCES empiezan la transmisión a la vez que reciben lo que se manda por la red.
 3. CD (Collision Detect) si lo que reciben difiere de lo que están enviando quiere decir que se ha producido una colisión.
 4. Se aborta la transmisión y se espera un tiempo aleatorio para volver al paso 1. El número de reintentos es configurable por software.