



# **Estructura de Computadores:**

## **Tema 4:** ***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

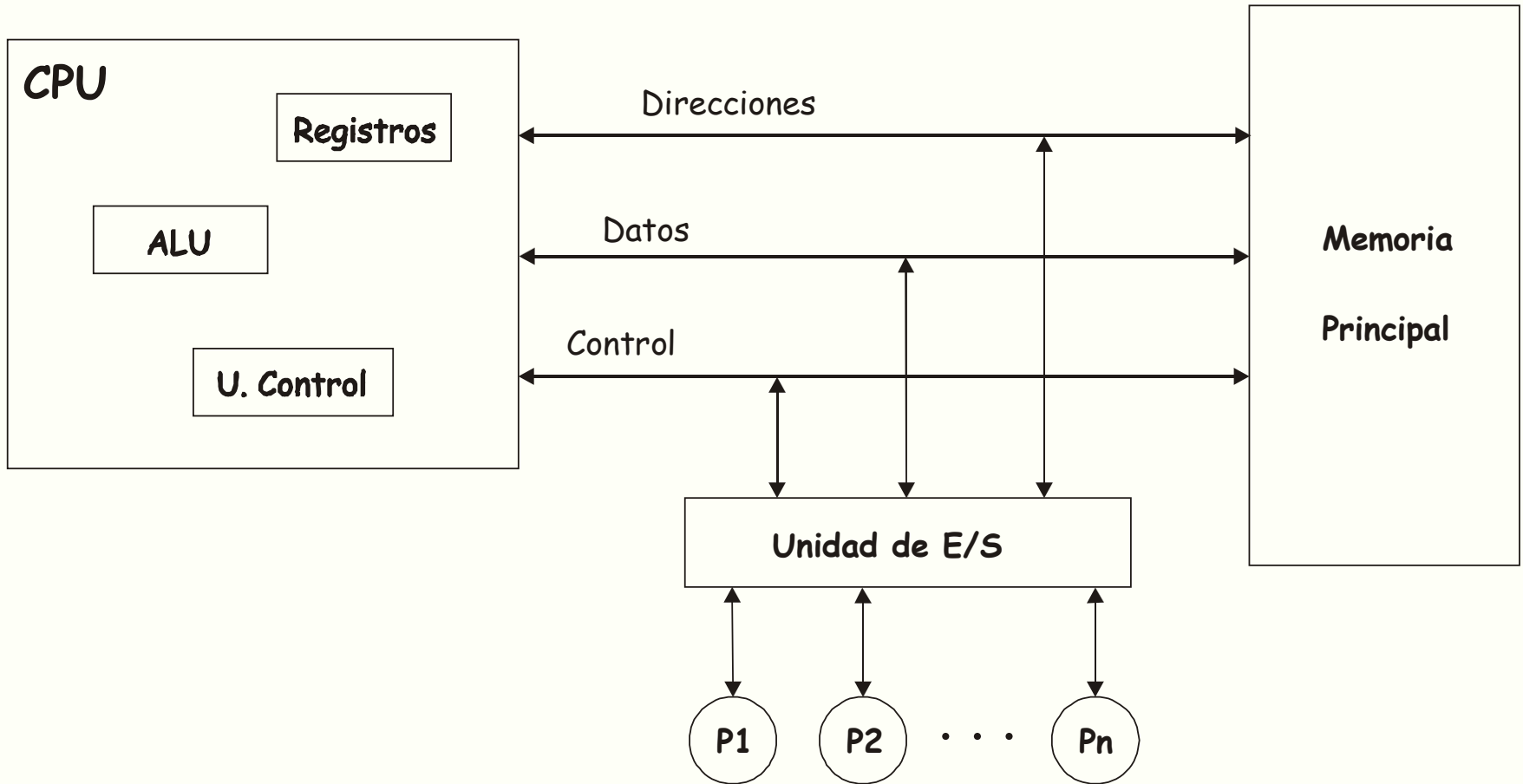
- Stallings, W.: *Organización y arquitectura de computadores*. Prentice Hall. 7ª Edición. 2006.
- Patterson, D. A., Hennessy, J. L.: *Computer Organization and Design*. Morgan-Kaufmann. 4ª edición. 2009.
- de Miguel, P.: *Fundamentos de los computadores*. Paraninfo. 9ª edición. 2004  
Capítulos 3 y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

## Sitios Web interesantes

- Storage Review: [www.storagereview.com](http://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:  $V_{\text{transf}}$ ,  $t_{\text{acc}}$ , formato, etc
2. Unidad de cinta magnética
3. Unidad de disco magnético
4. Unidades de Estado Sólido (SSD)
5. Discos ópticos: CD-ROM, DVD, Blue Ray
6. Monitor LCD
7. 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*



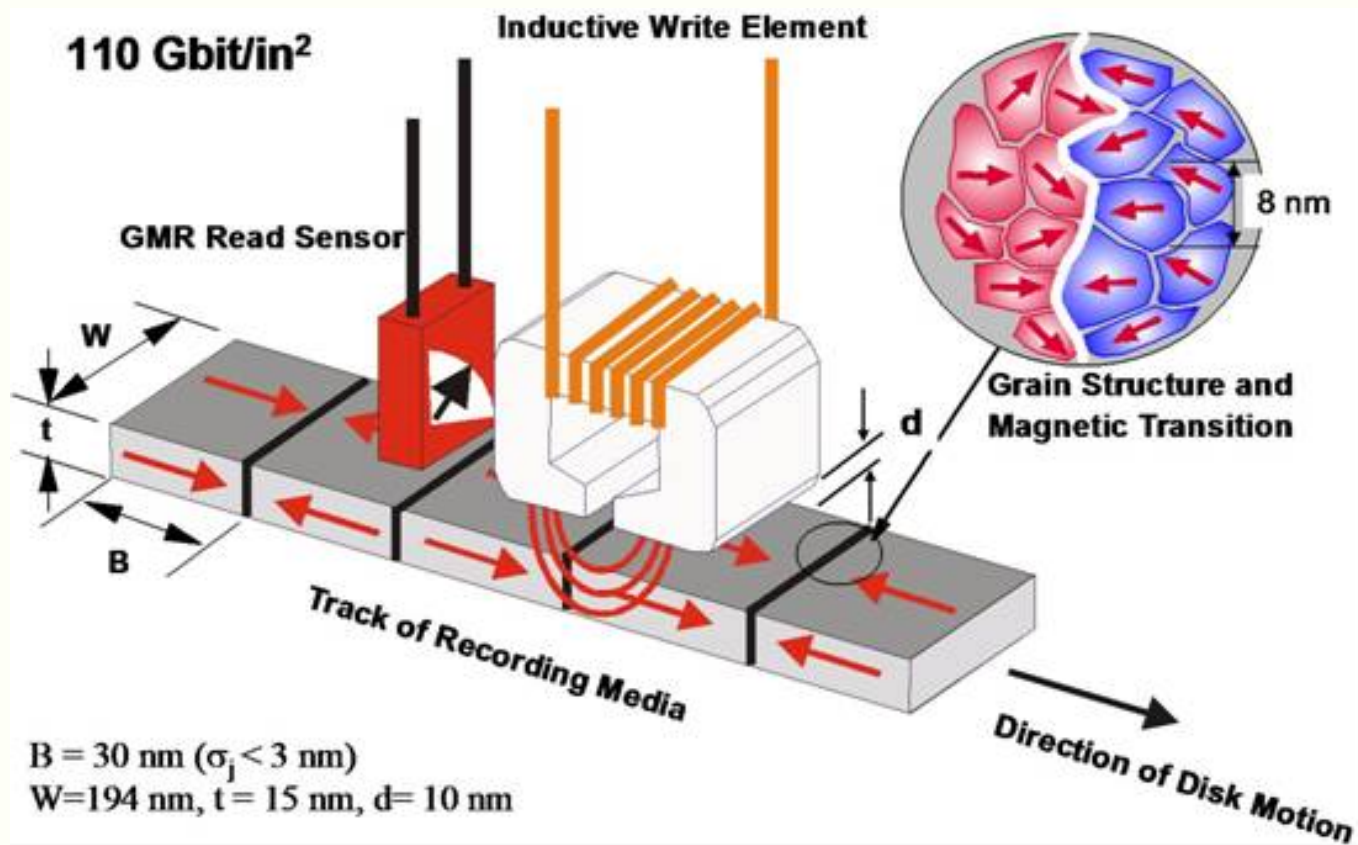
## Unidades de cinta magnética

- Univac 1.951: cinta de ½ pulgada. 1,5 Mbit



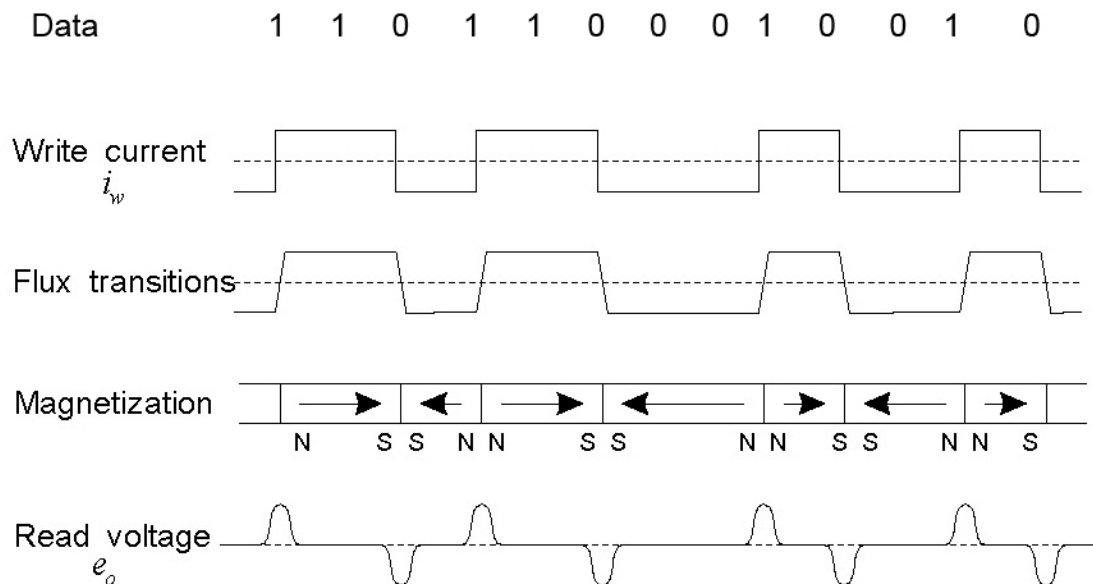
# Unidades de cinta magnética

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



# Unidades de cinta magnética

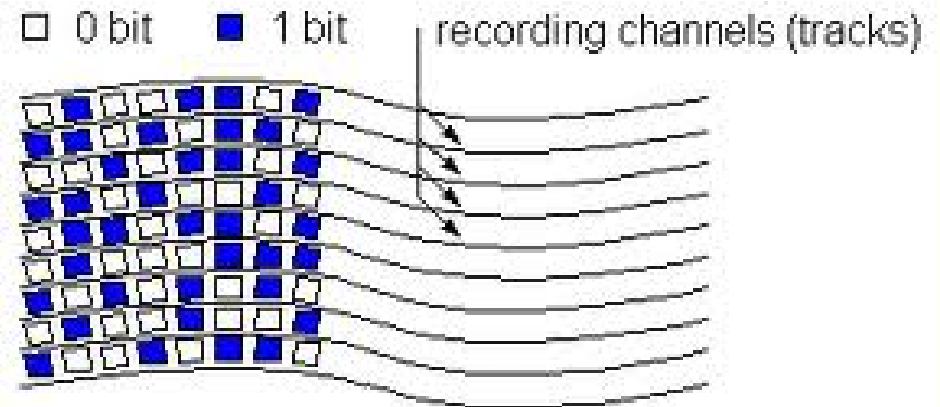
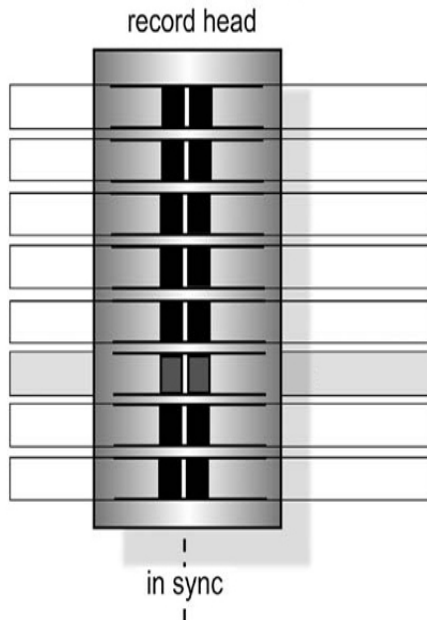
- Códigos de grabación
  - División en celdas de bit
    - Información de bit
    - Información de sincronismo
- Densidad de grabación: N<sup>o</sup> de bits por pulgada (bpi) (hasta 19.094 b/mm)



# Unidades de cinta magnética

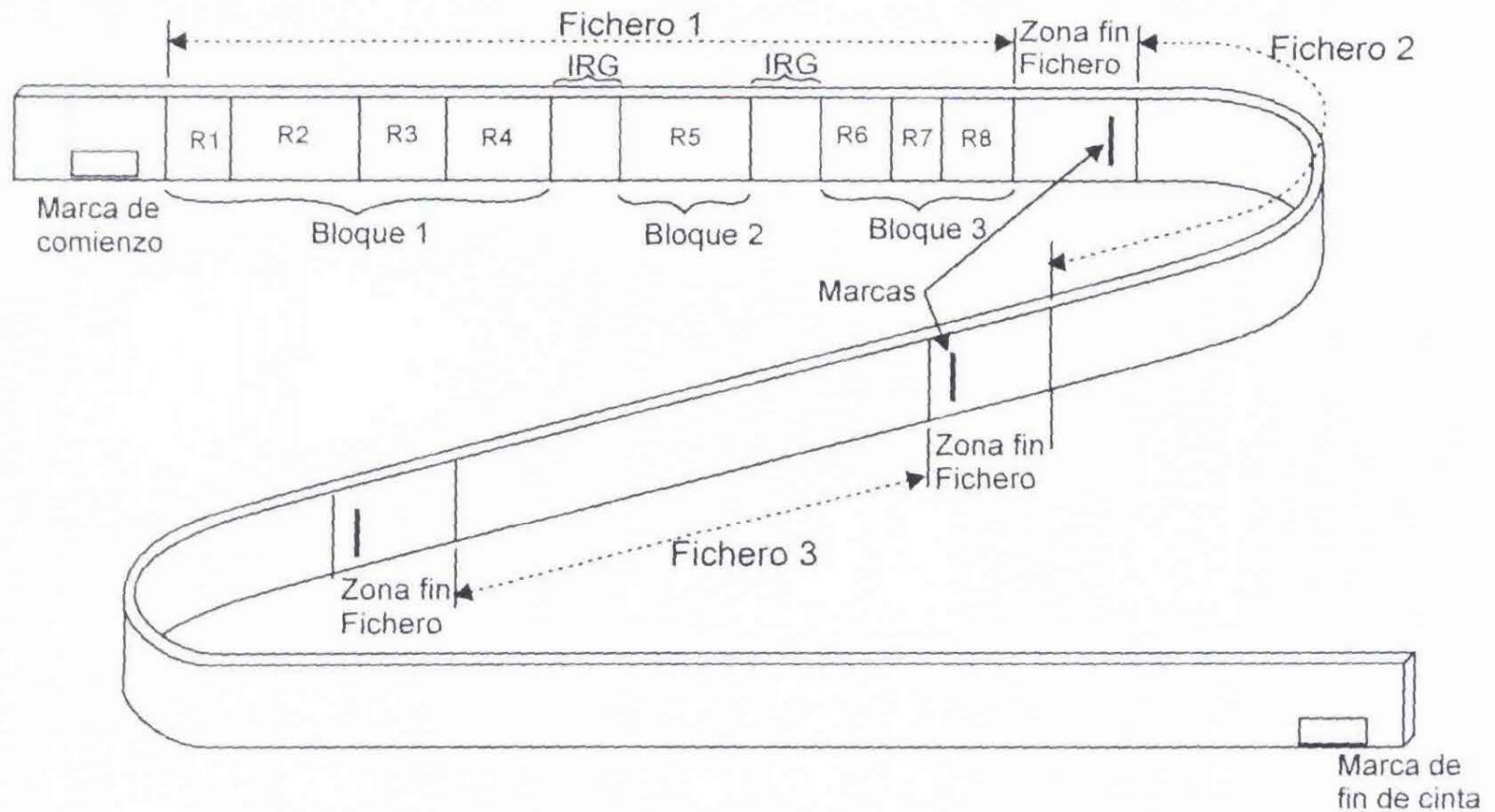
- El Cabezal graba 9 pistas simultáneamente
  - 9 bits: 1 carácter

From Computer Desktop Encyclopedia  
© 1998 The Computer Language Co. Inc.



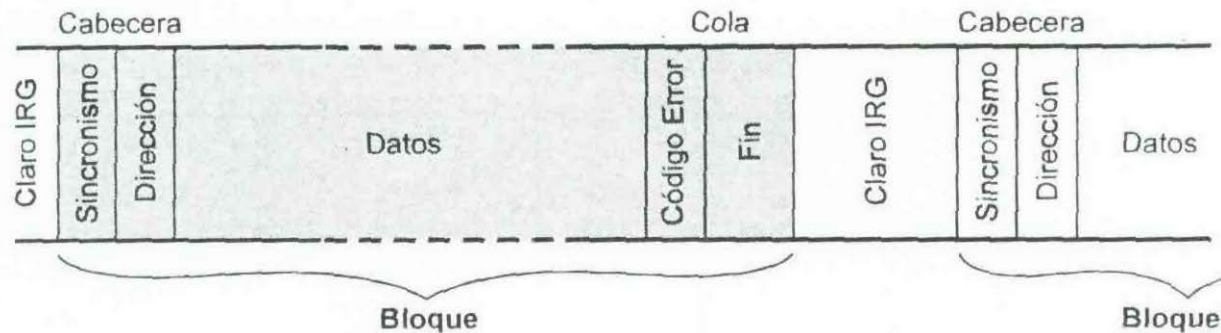
# Unidades de cinta magnética

- Formato de grabación



# Unidades de cinta magnética

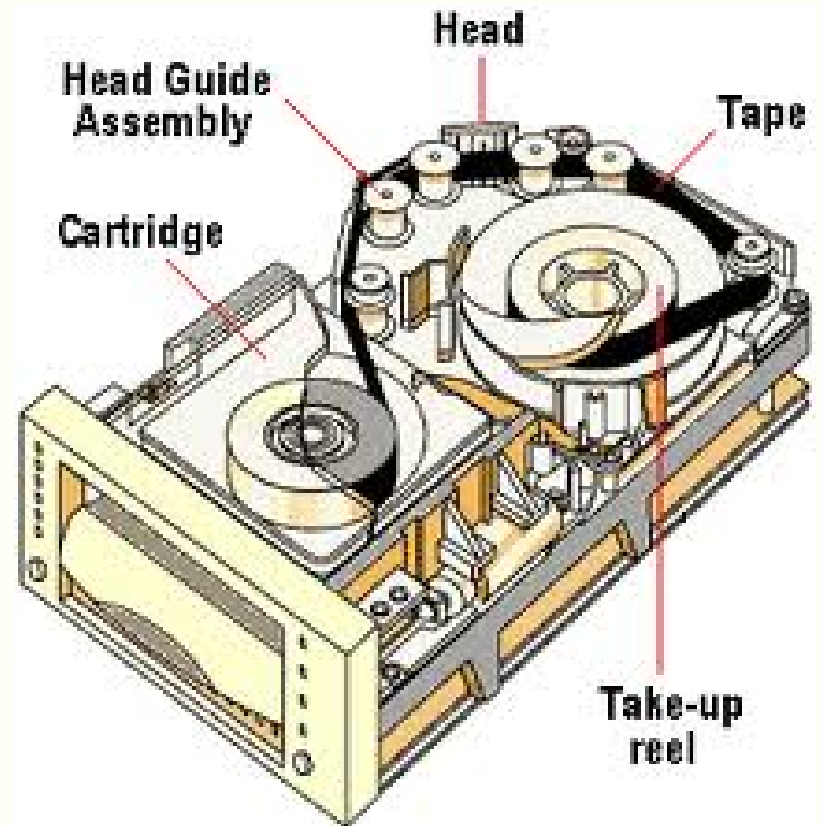
- Bloques separados por espacios sin información
  - IRG: Inter Record Gap
- Organización de los bloques



- Capacidad (bruta) (hasta 6 TB)
  - Longitud de la pista X Densidad de grabación
- Velocidad de Transferencia (hasta 300 MB/s)
  - Densidad de grabación X Velocidad lineal

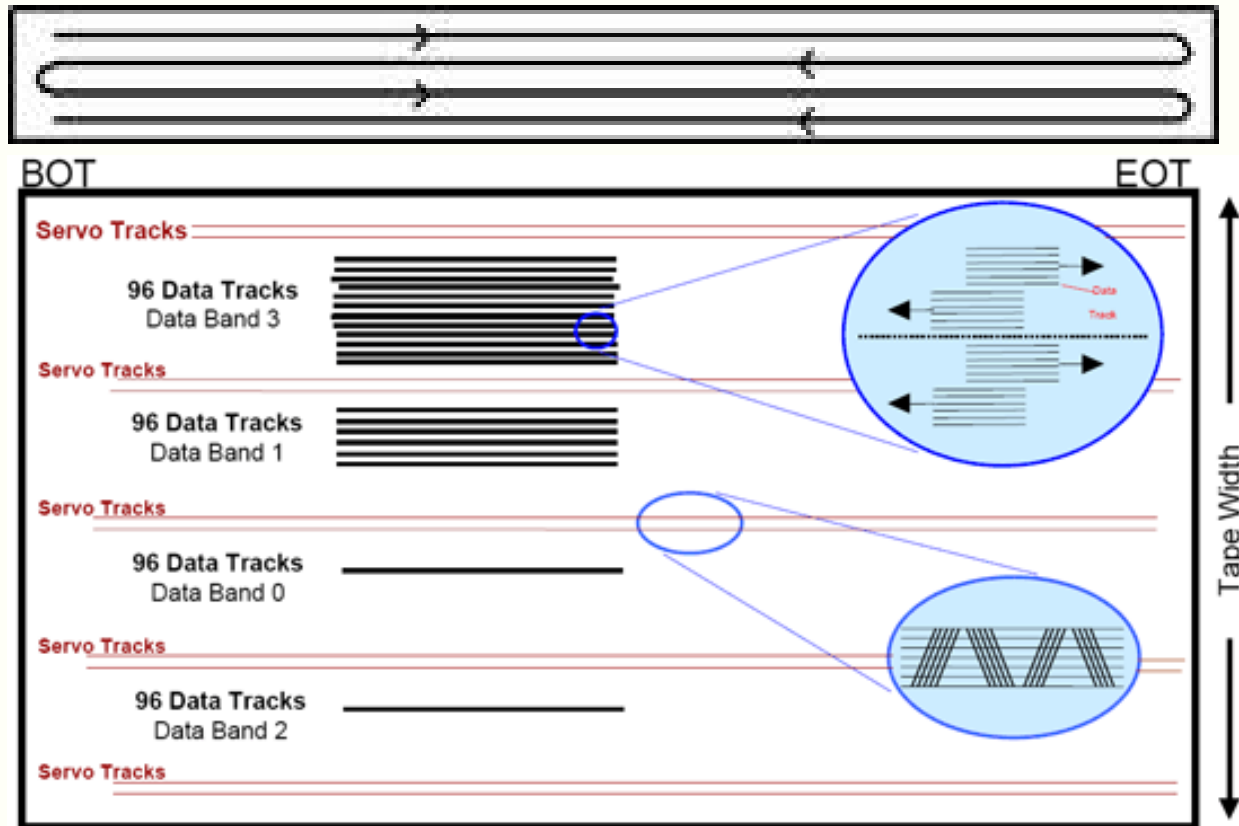
# Unidades de cinta magnética

## SDLT - LTO



# Unidades de cinta magnética

- Grabación en serpentin (hasta más de 3.500 pistas)





# Unidades de cinta magnética

	LTO-1	LTO-2	LTO-3	LTO-4	LTO-5	LTO-6	LTO-7	LTO-8	LTO-9	LTO-10
<b>Release date</b>	2000 <sup>[5]</sup>	2003	2005	2007	2010 <sup>[6]</sup>	Dec. 2012 <sup>[7]</sup>	Dec. 2015 <sup>[8]</sup> [9][10]	<i>TBA</i>	<i>TBA</i>	<i>TBA</i>
<b>Native/raw data capacity</b>	100 GB	200 GB	400 GB	800 GB	1.5 TB <sup>[11]</sup>	2.5 TB <sup>[12]</sup>	6.0 TB <sup>[10][13]</sup>	12.8 TB <sup>[13]</sup>	26 TB <sup>[14]</sup>	48 TB <sup>[14]</sup>
<b>Max uncompressed speed (MB/s)</b> <sup>[13][Note 1]</sup>	20	40	80	120	140	160	300 <sup>[15]</sup>	427	708	1100
<b>Generations</b>	<b>LTO-1</b>	<b>LTO-2</b>	<b>LTO-3</b>	<b>LTO-4</b>	<b>LTO-5</b>	<b>LTO-6</b>	<b>LTO-7</b>	<b>LTO-8</b>	<b>LTO-9</b>	<b>LTO-10</b>
<b>Native data capacity</b>	100 GB	200 GB	400 GB	800 GB	1.5 TB <sup>[11]</sup>	2.5 TB <sup>[12][17]</sup>	6.0 TB <sup>[10]</sup> [13][17]	12.8 TB <sup>[13][17]</sup>	26 TB <sup>[14]</sup> [16][17]	48 TB <sup>[14][17]</sup>
<b>Tape length</b>	609 m	680 m	820 m	846 m <sup>[18]</sup>			960 m			
<b>Tape width</b>	12.650 mm ± 0.006 mm									
<b>Tape thickness</b>	8.9 µm	8 µm	6.6 µm	6.4 µm	6.1 µm <sup>[19]</sup>	5.6 µm				
<b>Magnetic pigment material</b>	Metal Particulate (MP)					MP or BaFe <sup>[20]</sup>	BaFe <sup>[21]</sup>			
<b>Base material</b>	Polyethylene naphthalate (PEN)									
<b>Data bands per tape</b>	4									
<b>Wraps per band</b>	12	16	11	14	20 <sup>[11]</sup>	34	28			
<b>Tracks per wrap (read/write elements)</b>	8		16 <sup>[11][22]</sup>				32 <sup>[10]</sup>			
<b>Total tracks</b>	384	512	704	896	1280	2176 <sup>[22]</sup>	3584			
<b>Linear density (bits/mm)</b>	4880	7398	9638	13,250	15,142 <sup>[23]</sup>	15,143 <sup>[24]</sup>	19,094 <sup>[25]</sup>			
<b>Encoding</b>	RLL 1,7	RLL 0,13/11; PRML			RLL 32/33; PRML	32/33 RLL NPML <sup>[24]</sup>				

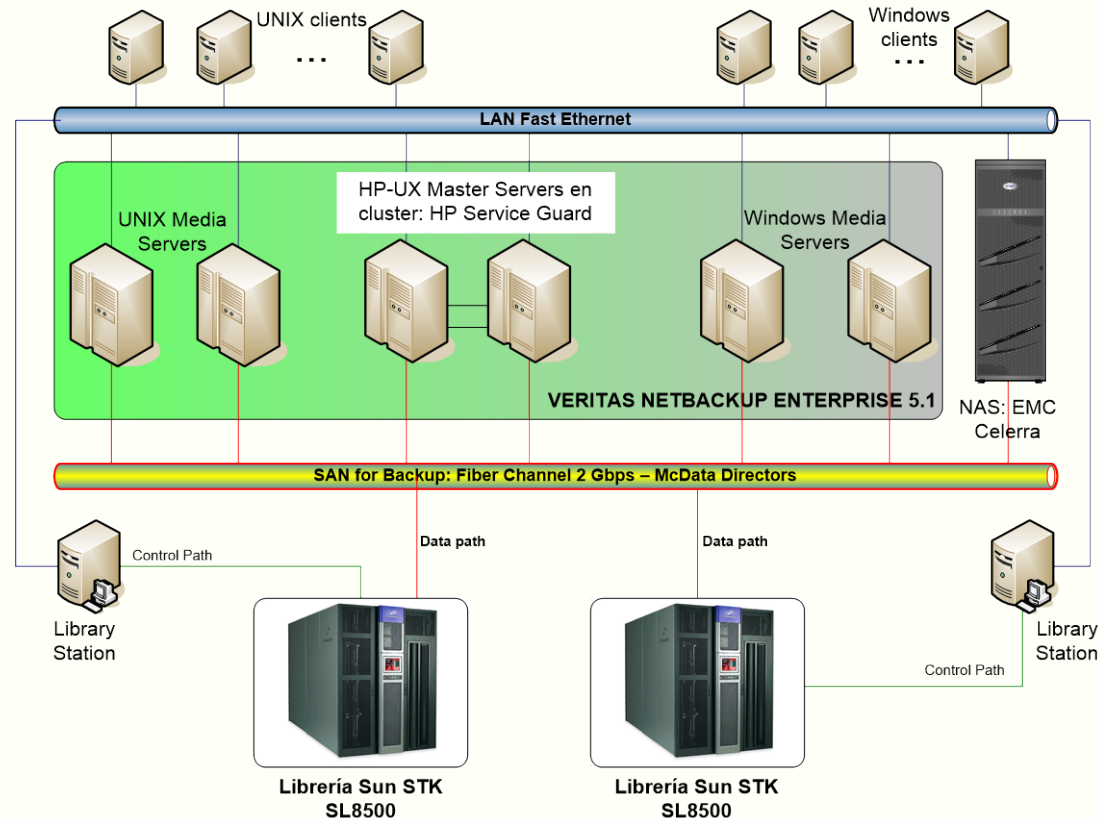
# Unidades de cinta magnética

- Uso en la actualidad:
  - Backup
  - Aplicaciones comerciales basadas en cintas
- Librerías de cintas (192 lectores, 50.000 cintas)
- Librerías de cintas virtuales (VTL)
- Otros formatos:
  - Serpentín: QIC, travan
  - Exploración helicoidal: 8mm, dat

# Ejemplo (Compañía de seguros española 2007)

Entorno de backup: Symantec Netbackup 5.1 + 2 Librerías SL8500 con Drives T9940

- Librerías compartidas con Mainframe mediante Library Station
- 6 Drives T9940 para Netbackup por librería
- Rendimiento máximo: 300 MB/s
- 6 servidores con acceso a librerías
- Entre 12 y 20 TB de backup diario
- 200 clientes de backup por red
- 40% crecimiento datos anual
- Ventana para backup: 24 horas/día y está al límite de ocupación.
- Restauración supone parar backup
- Frecuentes fallos en drives y cintas que paralizan las copias

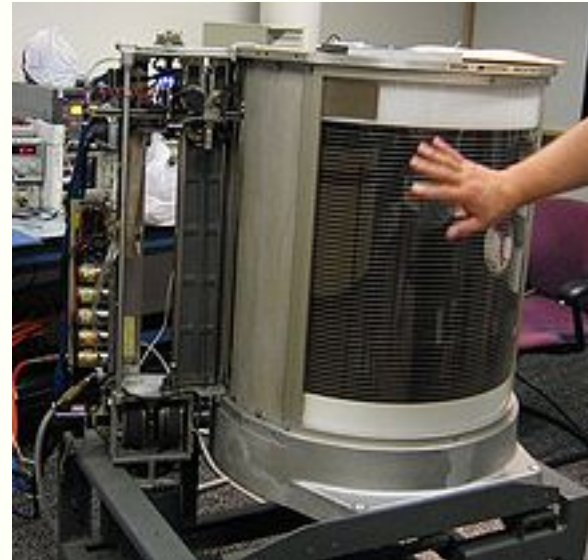


# Comparativa de soluciones VTL

SOLUCIONES COMERCIALES	DISCO PROPIETARIO	MIGRACIÓN A CINTA	INTERFACES	DE-DUPLICACIÓN	REPLICACIÓN	ALTA DISPONIB.	CAPACIDAD MÁXIMA	LIBRERIAS VIRTUALES	DRIVES VIRTUALES	CINTAS VIRTUALES	EXTRAS
Diligent Tech. ProtecTIER	No	No	FC	Sí	No	No	1 PB	16	256	128000	
Hitachi Data Systems VTL	Sí	No	FC	Sí	No	No	50 TB	16	256	8192	
FalconStor Software VTL	No	Sí	FC, iSCSI	Sí	Sí	Sí	250 TB	128	1024	64000	Encriptación, Stacking, NDMP, Multi-Export
Copan Revolution RX300TX	Sí	Sí	FC	Sí	Sí	Sí	896 TB	56	56	8192	MAID
EMC DiskLibrary 4100	Sí	Sí	FC, iSCSI	No	Sí	Sí	520 TB	128	1024	64000	
IBM VTS 7520	Sí	Sí	FC	No	Sí	Sí	1,7 PB	128	1024	64000	
Sun VTL Plus	Sí	Sí	FC	No	Sí	Sí	224 TB	128	1024	64000	Encriptación, NDMP, Multi-Export
Fujitsu-Siemens CentricStor	Sí	Sí	FC	No	Sí	Sí	230 TB	N/A	384	1500000	Stacking, Mainframe
NetApp NearStore VTL	Sí	Sí	FC	No	Sí	No	275 TB	256	1500	10000	Encriptación con Decru DataFort
Quantum DXi 5500	Sí	No	FC, iSCSI, NFS, CIFS	Sí	Sí	No	18 TB	16	64	3200	
Sepaton ES-2100S2	Sí	No	FC	Sí	Sí	No	1,2 PB	3072	3072	5300000	
HP VLS9000	Sí	No	FC	Sí	Sí	No	300 TB	128	1024	32000	

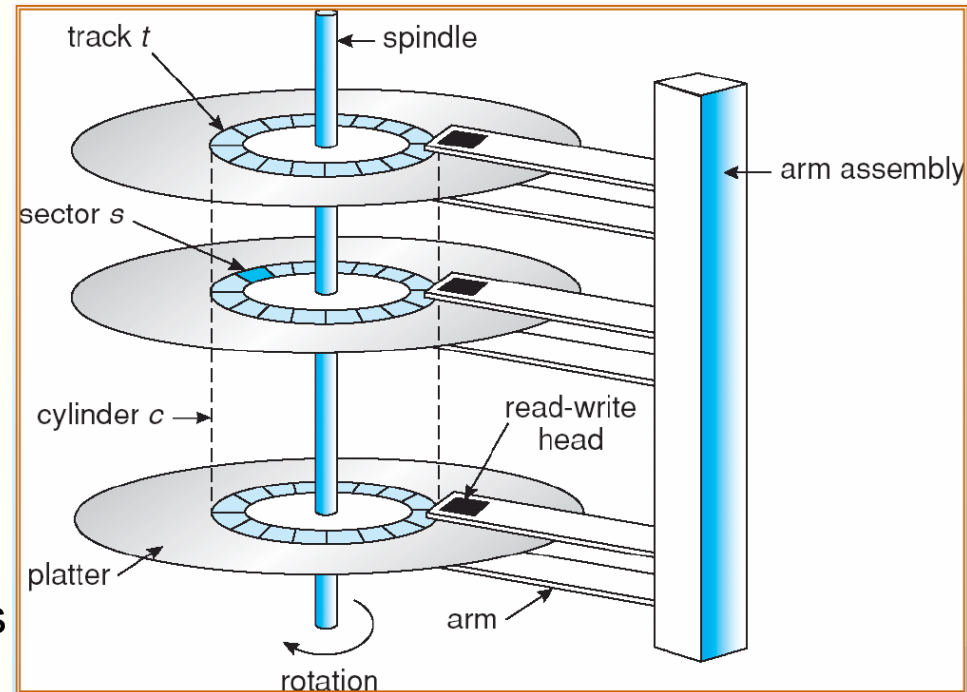
# Disco Duro (HDD)

- 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



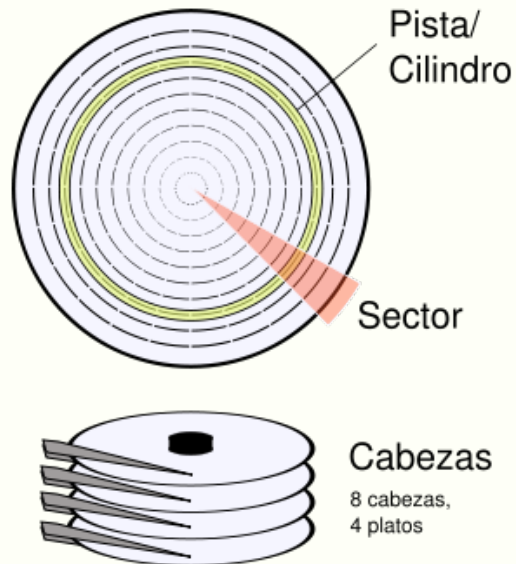
# Disco Duro (HDD)

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



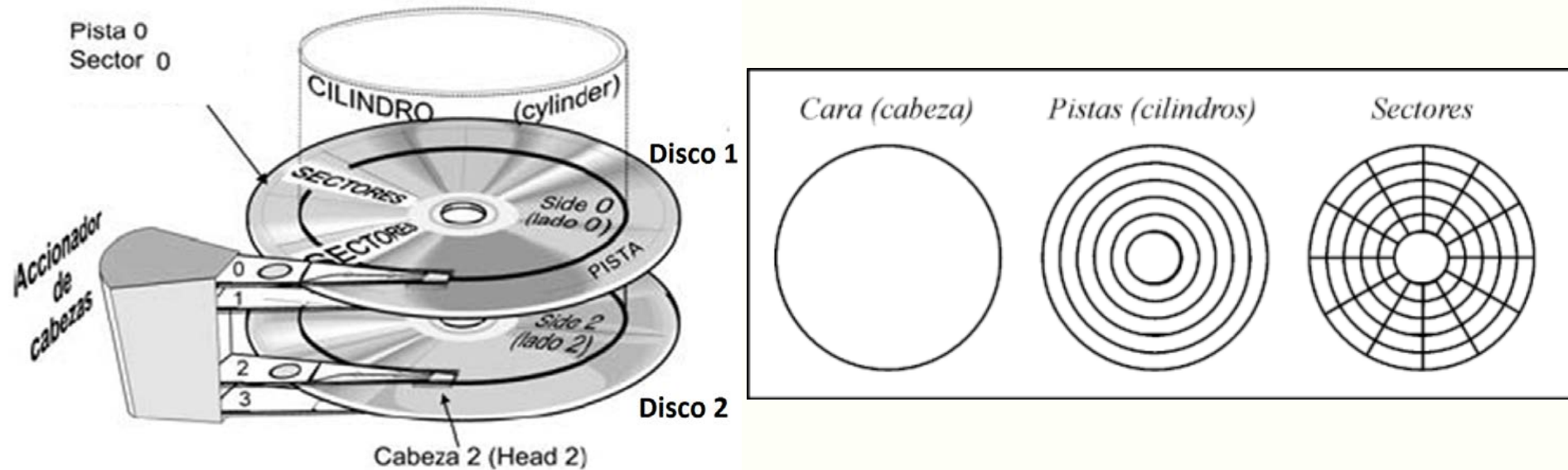
# Disco Duro (HDD)

- 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)

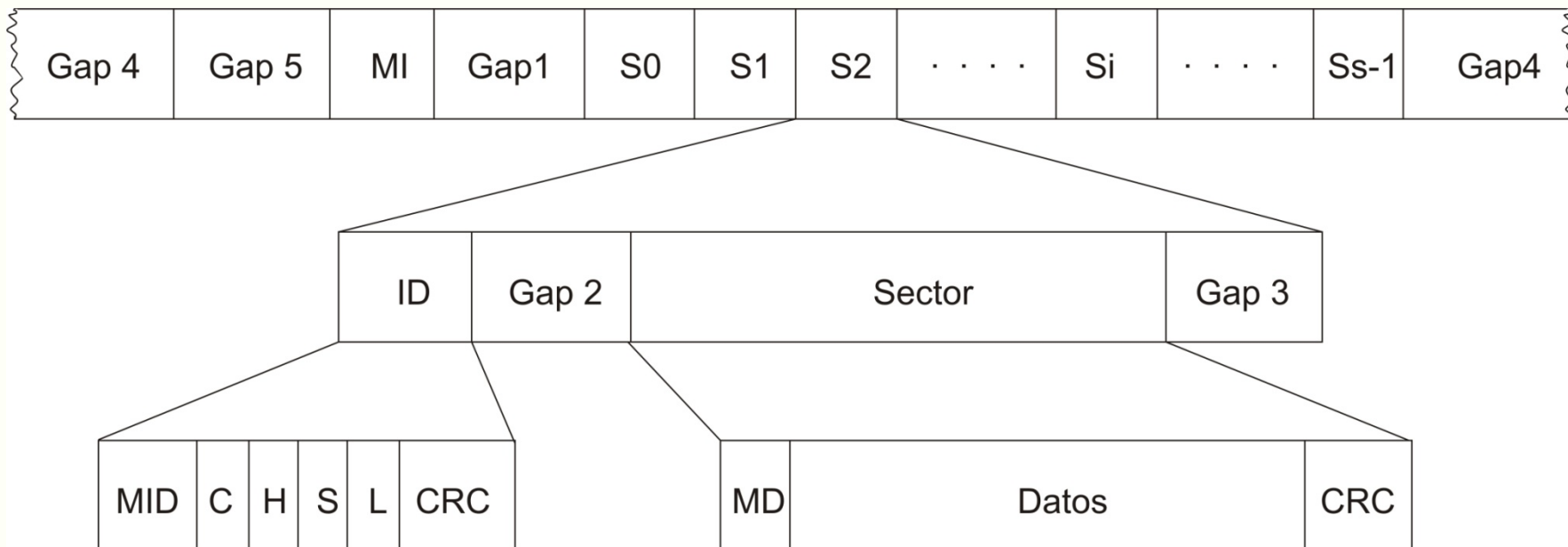
- Organización: Geometría. Coordenadas CHS
  - **cilindros** (C) o pistas
  - **superficies** (H) o caras
  - **sectores** (S)





# 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
  - $V_{\text{transf}}$ : p.ej, 70 MB/s
  - $t_{\text{acc}}$ : 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:  $t_{\text{latencia}}$
  - 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  $n^{\circ}$  de sectores
- **$t_{\text{latencia}}$ :**
  - en media es el tiempo de  $\frac{1}{2}$  vuelta
  - depende de la vel. de rotación y del  $n^{\circ}$  del sector
- **$t_{\text{le}}$ :**
  - 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

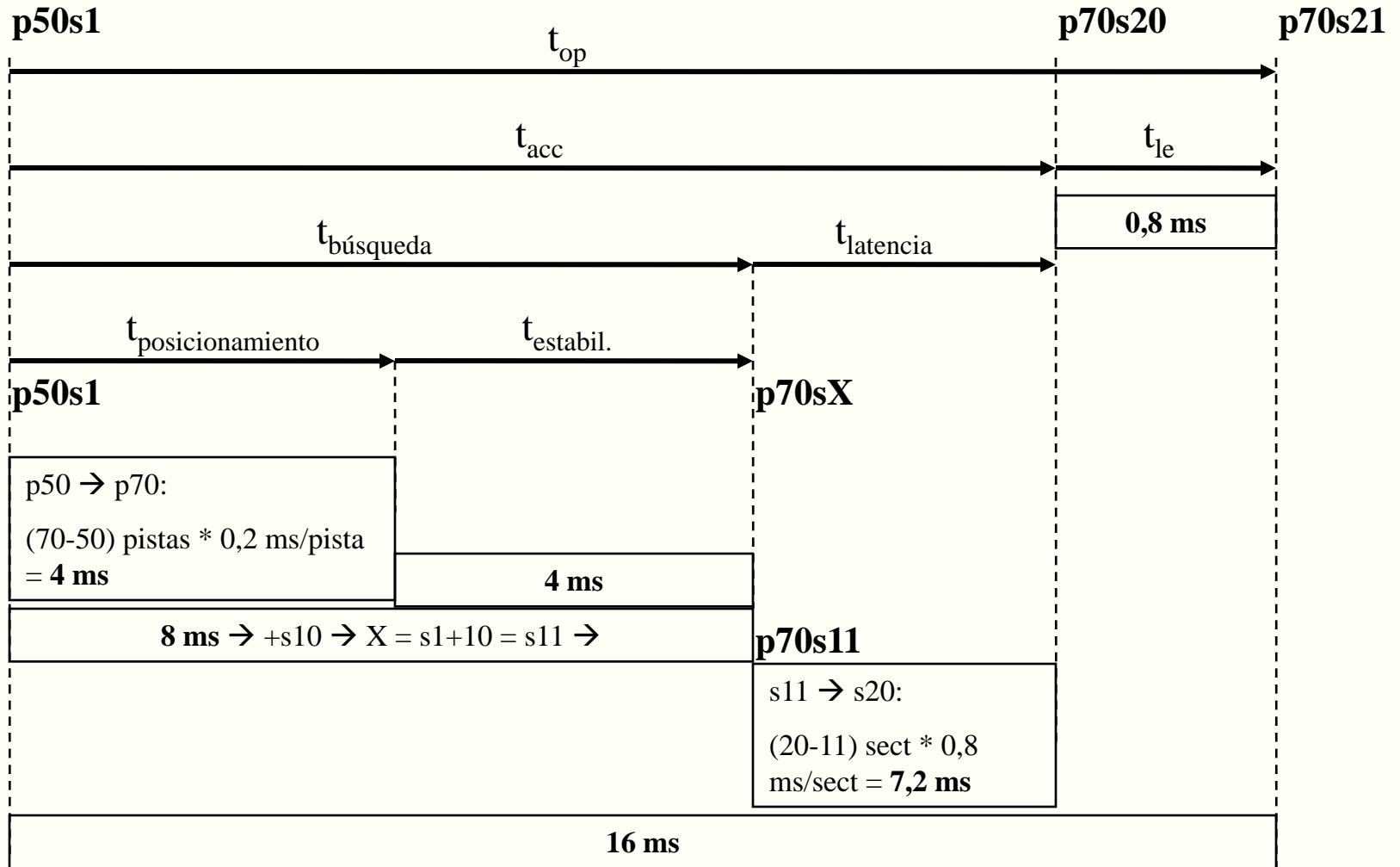
Características:

- Vel. de giro: 3.000 r.p.m. → 20 ms/rev
- N° de pistas: 500 pistas
- N° de sectores/pista (fijos): 25 sect/pista →  $t_{\text{sect}} = 0,8$  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:

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

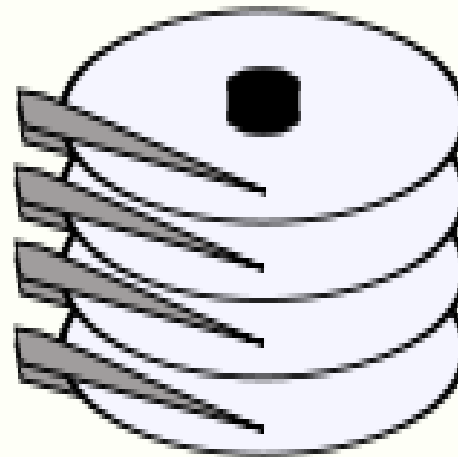
Cilindro =  $1.234.567 / 1.600 = 771$

Resto =  $1.234.567 \bmod 1.600 = 967$

Superficie =  $967 / 200 = 4$

Sector =  $967 \bmod 200 = 167$

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



Cabezas

8 cabezas,  
4 platos

# 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:  $t_{\text{pap}} = 0,2$  ms
- Tiempo de estabilización:  $T_{\text{est}} = 3$  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.

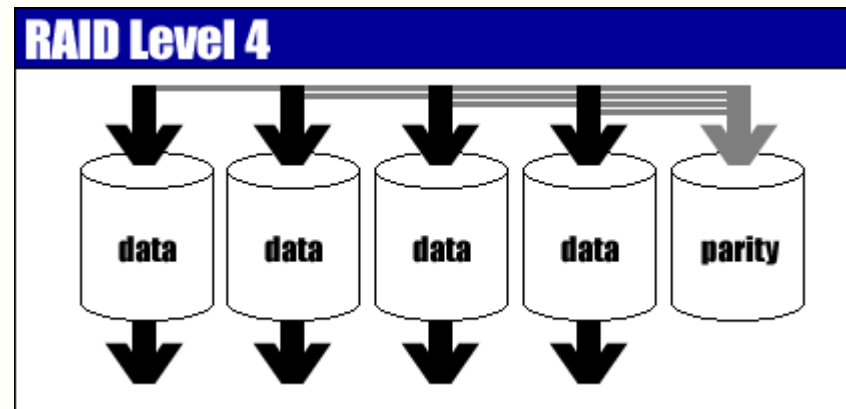


# Disco Duro (HDD)

**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

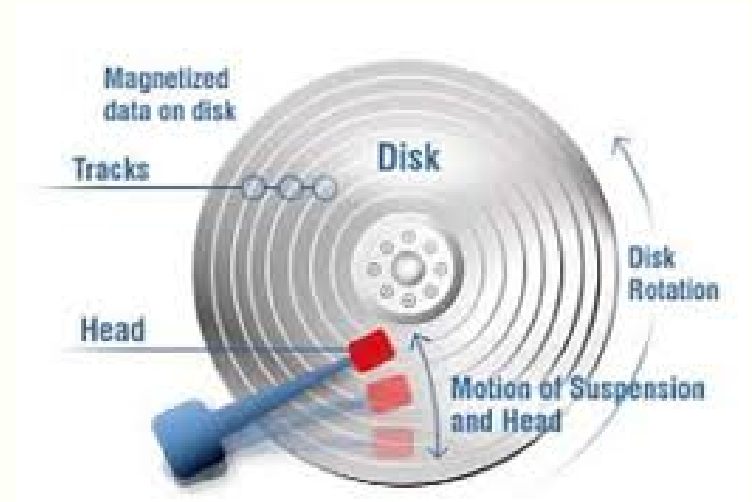
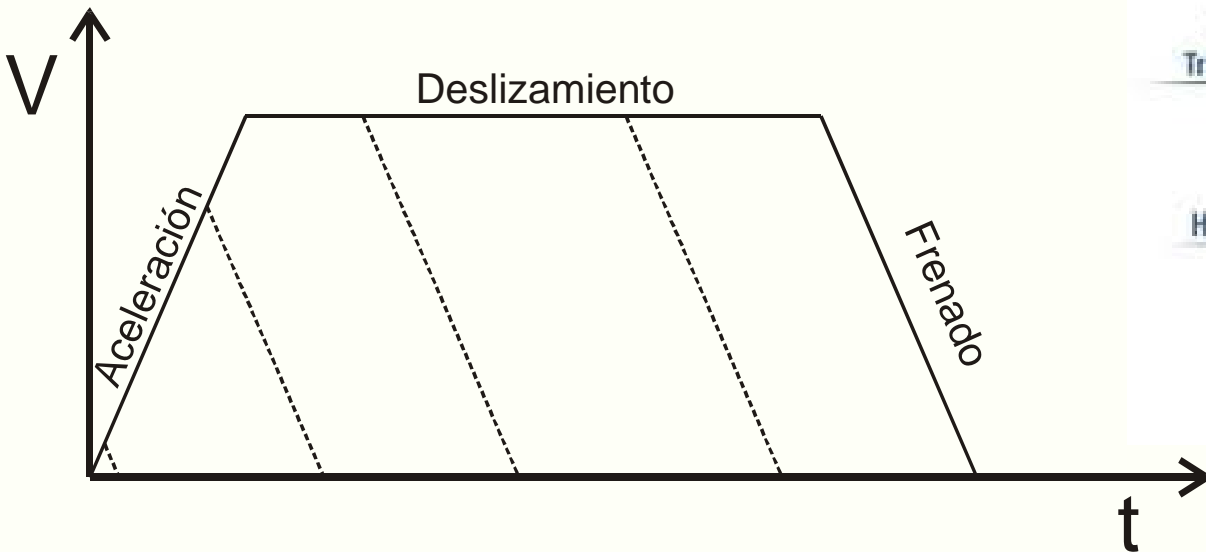


# Disco Duro (HDD)

- 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 Magnetoresistance)
- Medidas de fiabilidad:
  - MTBF: *Mean Time Between Failures*
  - Tecnología SMART: *Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology*

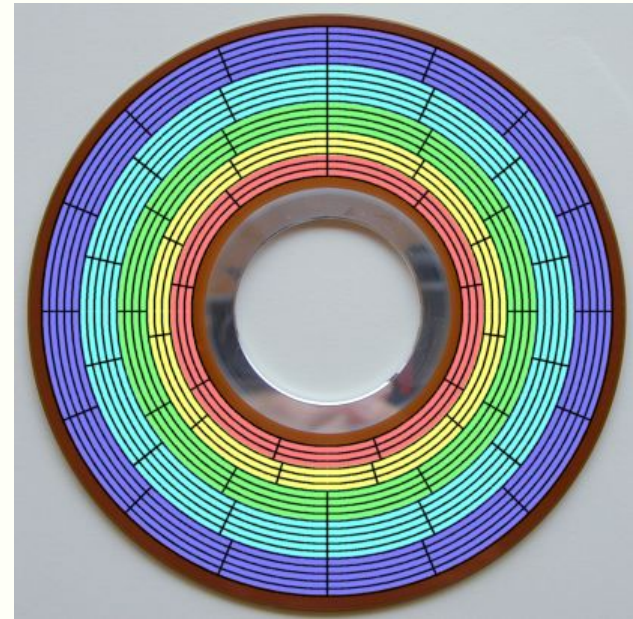
# Disco Duro (HDD)

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)

Zone	250GB/p Mid BIP-Mid TPI format			No. of Sectors/Trk
	Cylinder			
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)

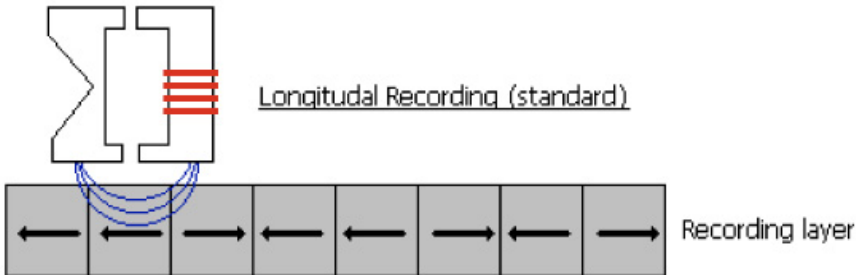
- Interfaces:
  - ST506:
  - ESDI
  - IDE
  - ATA
  - EIDE (FastATA),
  - SCSI
  - SAS
  - SATA
  - Etc.

# Disco Duro (HDD)

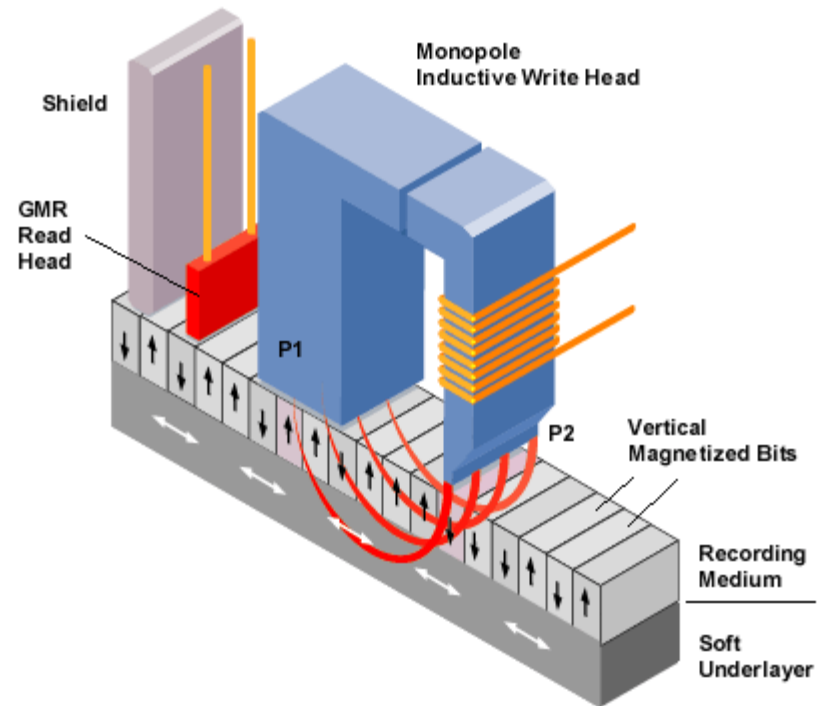
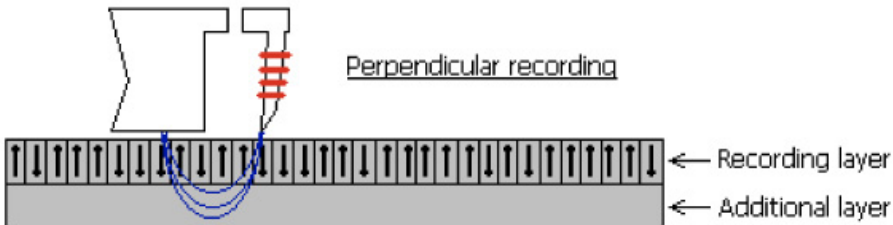
## Grabación perpendicular. Cabezas de lectura GMR

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

"Ring" writing element



"monopole" writing element





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

### 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 <sup>2</sup>
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 <sup>1, 2</sup> (ms)		Including controller overhead <sup>1, 2</sup> (ms)	
		Read	Write	Read	Write
Average	Typical <sup>3,4</sup>	8.3	9.3	8.5	9.5
Single track	Typical <sup>3,4</sup>	0.5	0.5	0.7	0.7
Full stroke	Typical <sup>3,4</sup>	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.

## 4.1 Internal drive characteristics

ST10000NM0246

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 <sup>2</sup>
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



## 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 (a diferencia de los HDD).
- Ventajas:
  - Son más robustos físicamente: temperatura, golpes, etc.
  - Funcionan silenciosamente
  - Menor tiempo de acceso y de transferencia
  - 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
  - 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:
  - alcanzan ya el orden de TB, aunque sólo modelos más caros.

## Disco óptico CD-rom

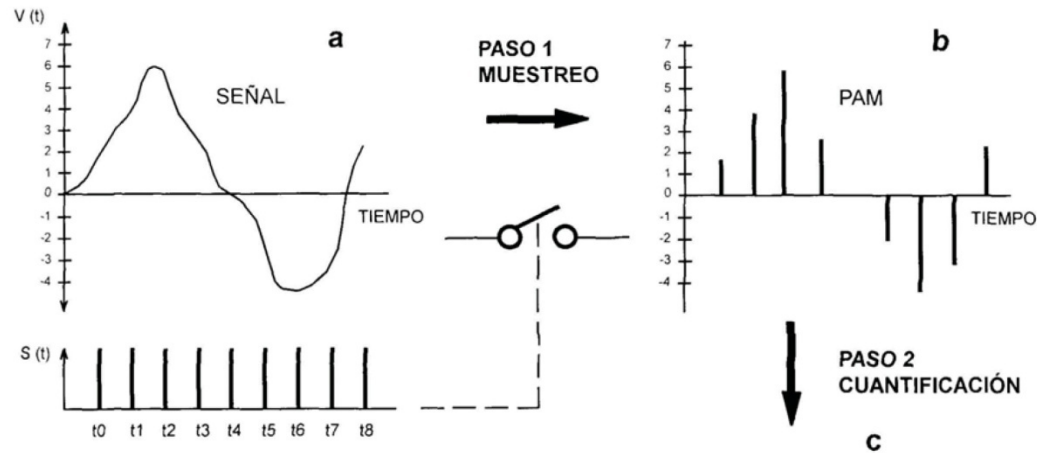
Philips – Sony 1.982: Compact Disc (sonido digital)

HiFi: 2 canales estéreo de 70 – 16.000 Hz

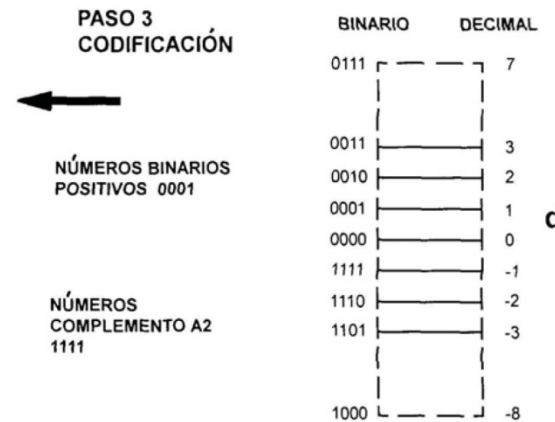
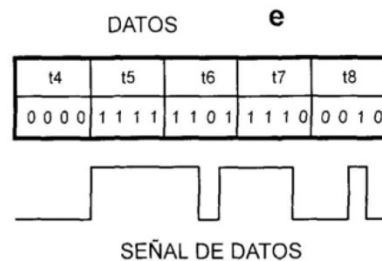
Nuevo sistema:

- Digital
- 60 minutos
- 2 canales estéreo de 20 – 20.000 Hz (44,1 KHz)
- Sin ruido
- Tolerante a rayas de hasta 8 mm

# Disco óptico CD-rom



MUESTREO	$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$
VALOR	1	4	6	3	0	-1	-3	-2	2
BINARIO	0001	0100	0110	0011	0000	1111	1101	1110	0010



# Disco óptico CD-rom

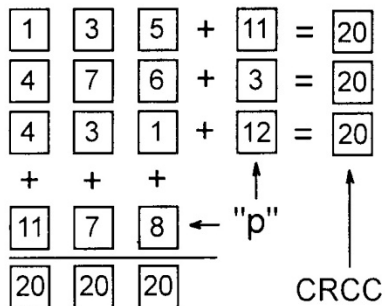
Requisitos de capacidad:

- 2 muestras de 16 bits a 44,1 KHz
- $2 \times 2 \times 44.100 = 176,4 \text{ KB/s}$
- $176.400 \times 60 \times 60 = 635.040.000 \text{ Bytes}$
- $176.400 \times 60 \times 74 = 783.216.000 \text{ Bytes}$
- Redundancia + sincronismo: + 37%
- 60 mn: 870 MBytes
- 74 mn: 1.073 MBytes

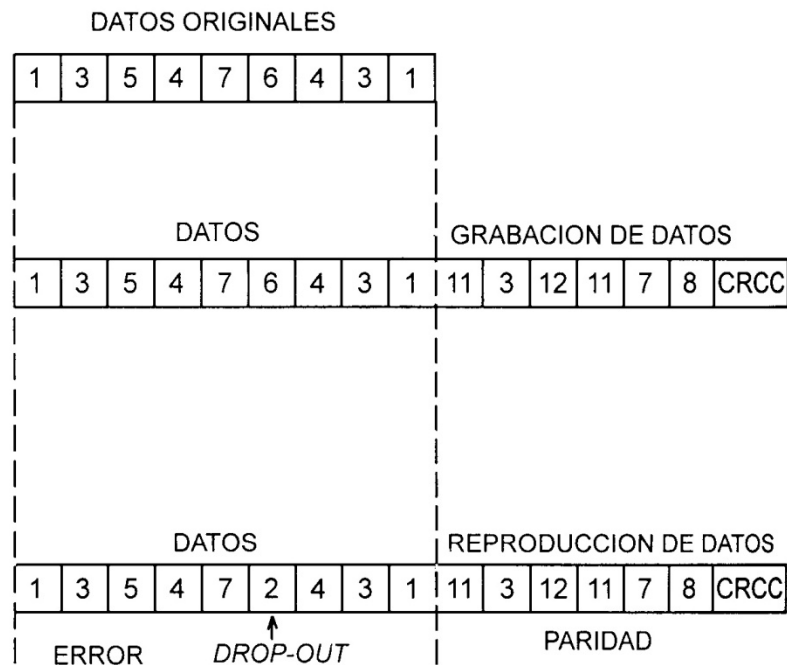
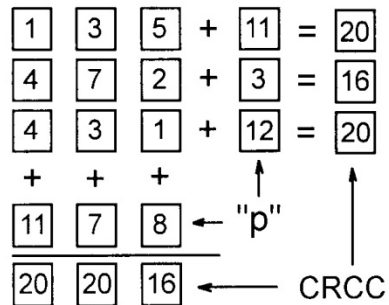
# Disco óptico CD-rom

## CIRC: Cross Interleaved Reed Solomon Code

GRABACION



REPRODUCCION



3

# Disco óptico CD-rom

## CIRC: Cross Interleaved Reed Solomon Code

GRABACION/REPRODUCCION. DATOS SIN CRUZAR

-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

GRABACION REPRODUCCION. DATOS ENTRECruzADOS

9	5	11	6	13	-2	1	10	4	-1	15	-3	7	12	2	14	0	8	3
---	---	----	---	----	----	---	----	---	----	----	----	---	----	---	----	---	---	---

REPRODUCCION DATOS ENTRECruzADOS

CONTIENE DATOS EN FORMACION DISCONTINUA Y ALEATORIA

-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Corrige errores en 3.500 bits (2,4 mm)

Compensa errores en 12.000 bits (8,5 mm)

# Disco óptico CD-rom

## Dimensiones

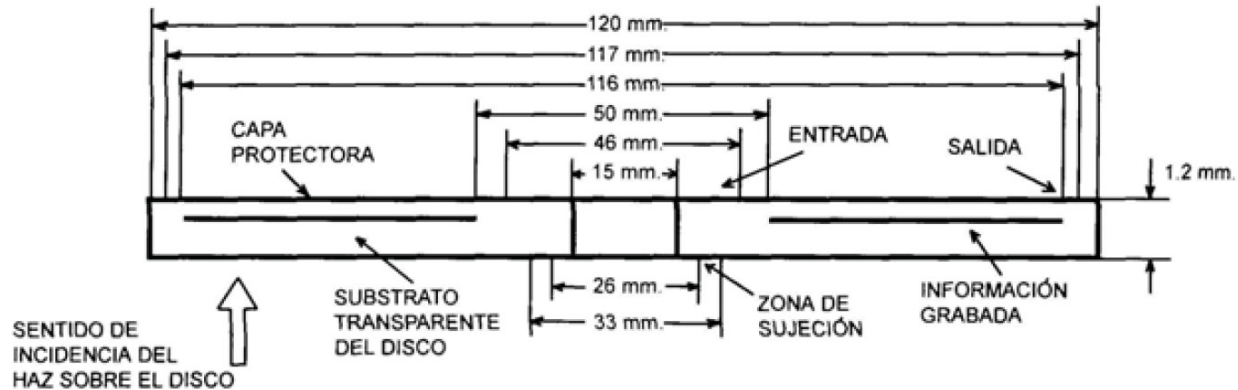


Fig 1.1 Especificaciones dimensionales de un *compact disc*.

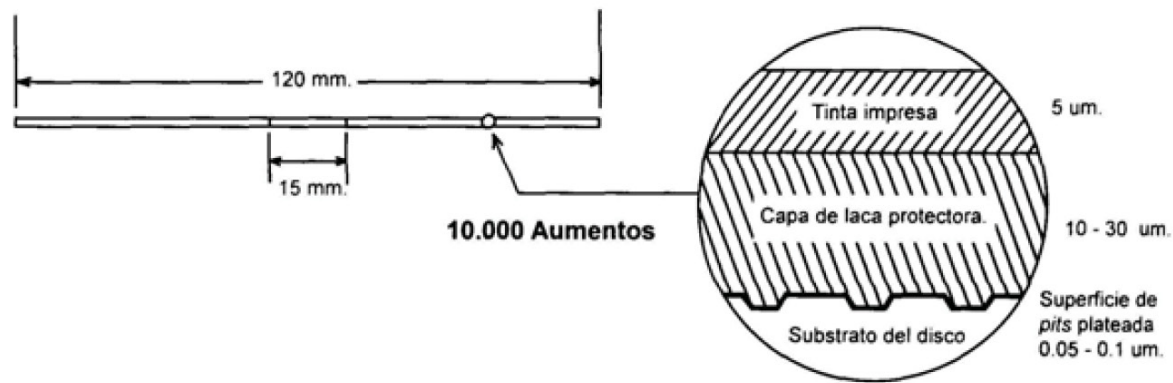
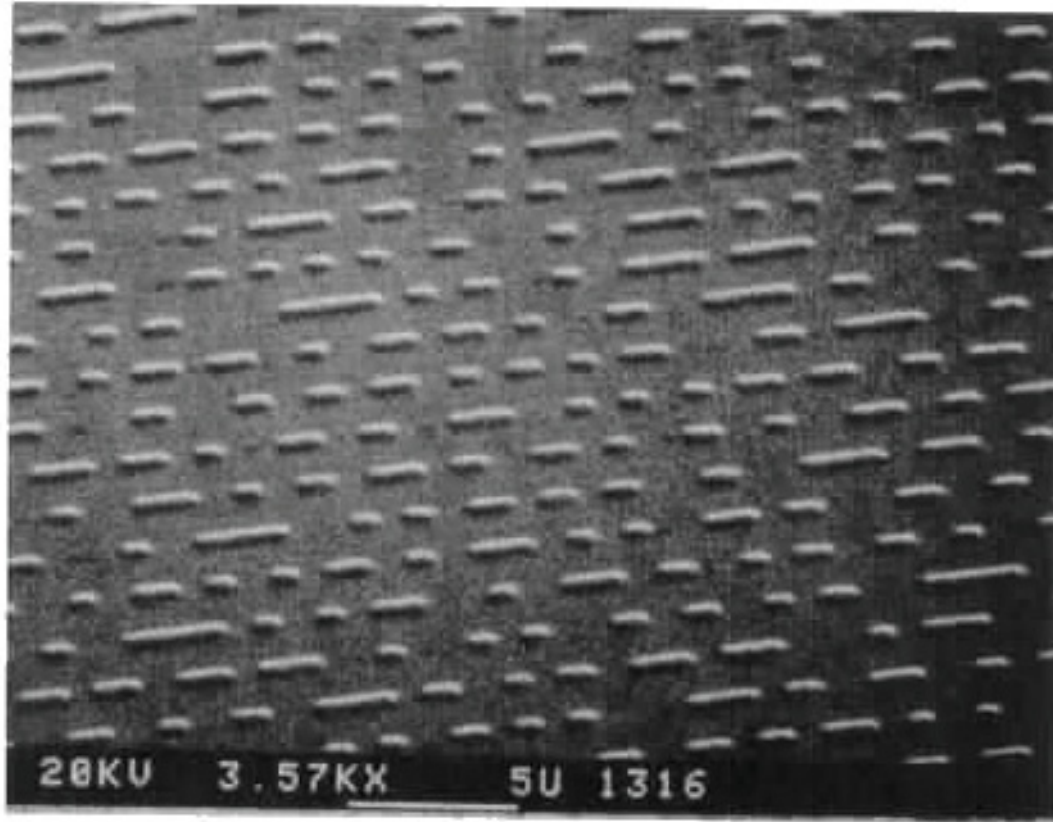


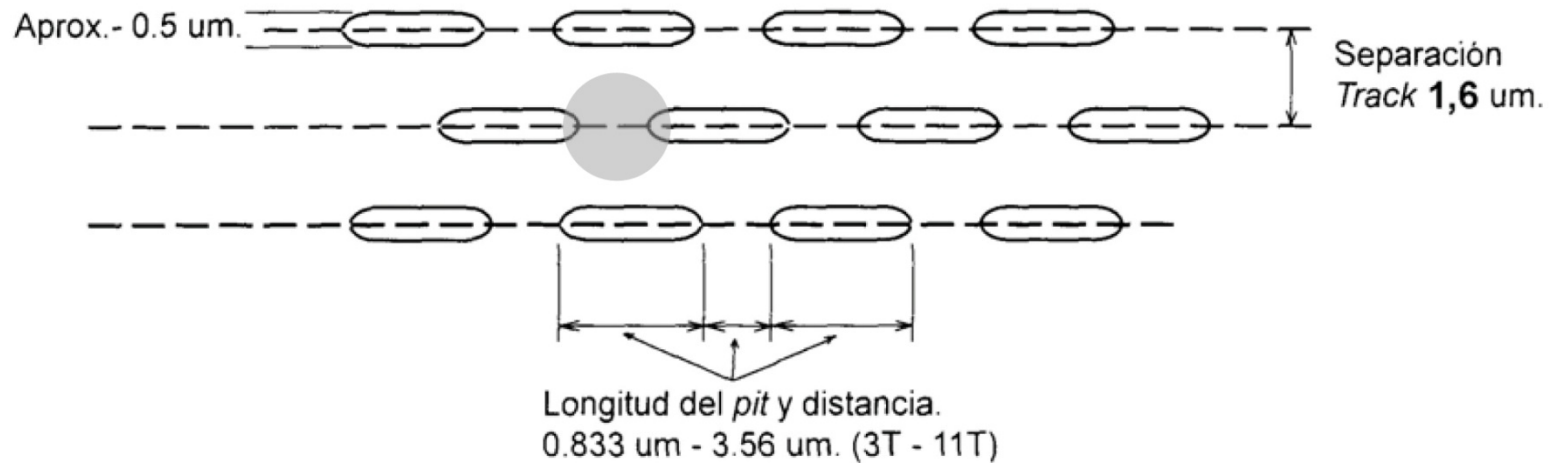
Fig 1.2 Dibujo a escala de la superficie de datos del CD.



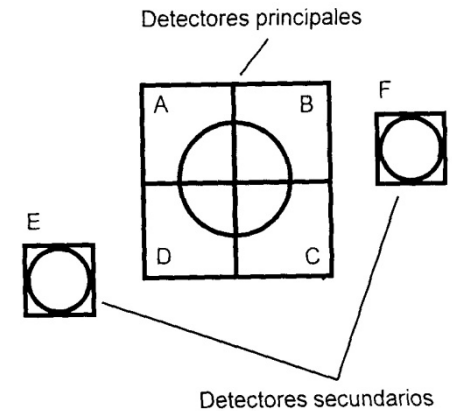
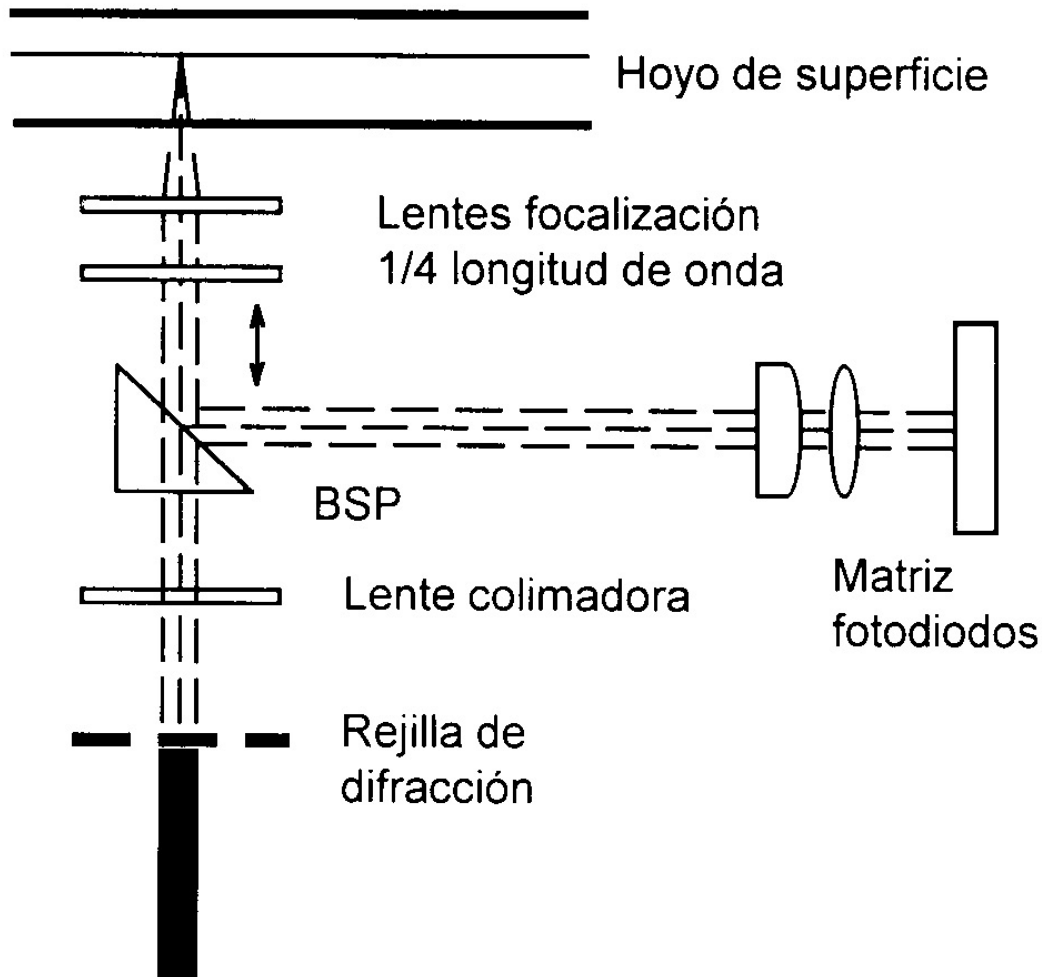
# Disco óptico CD-rom



# Disco óptico CD-rom

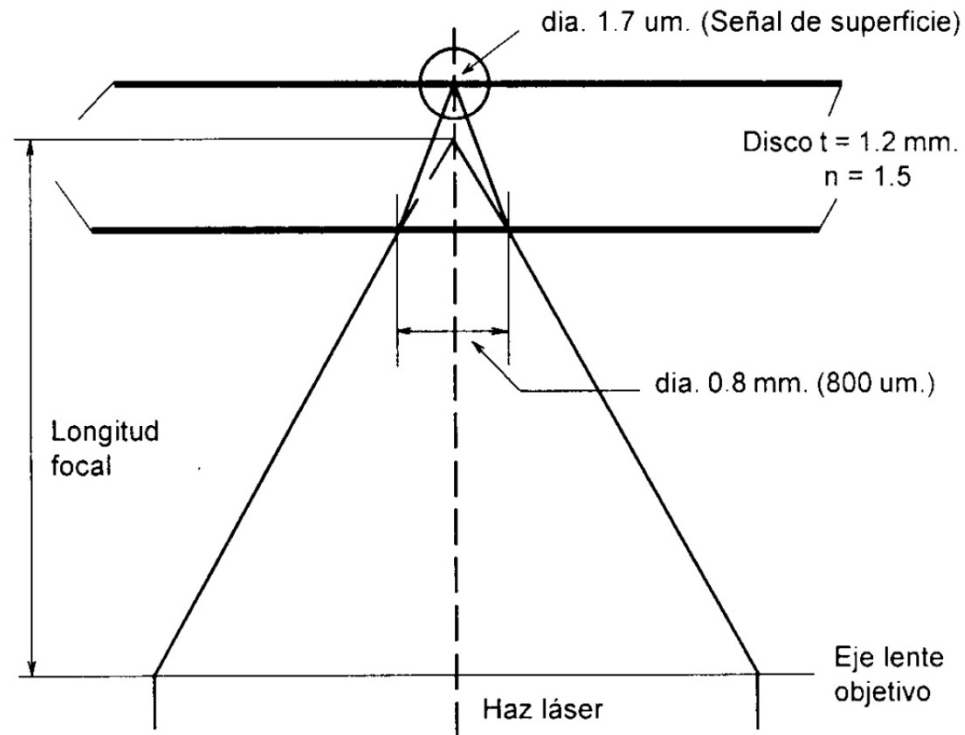


# Disco óptico CD-rom



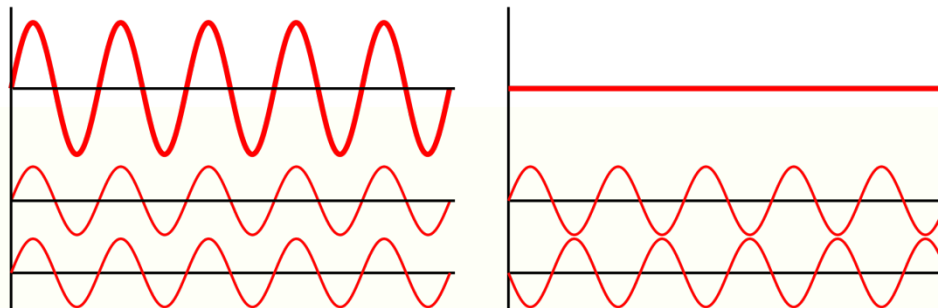
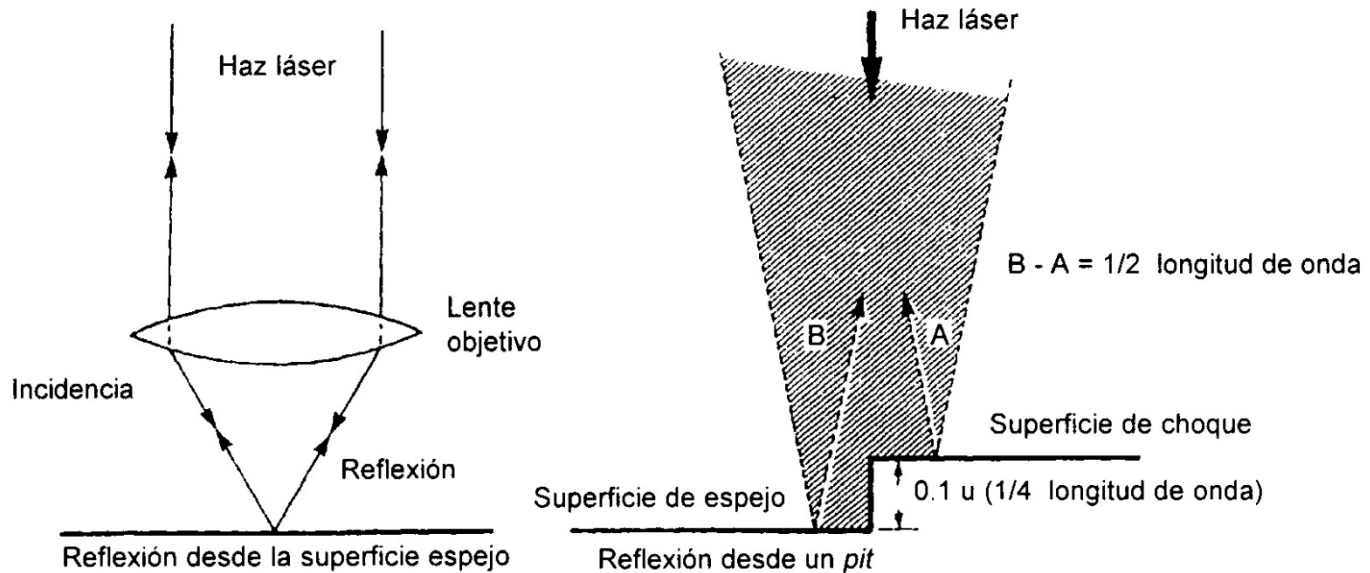
# Disco óptico CD-rom

Superficie desenfocada: tolerante a rayas y part. de polvo



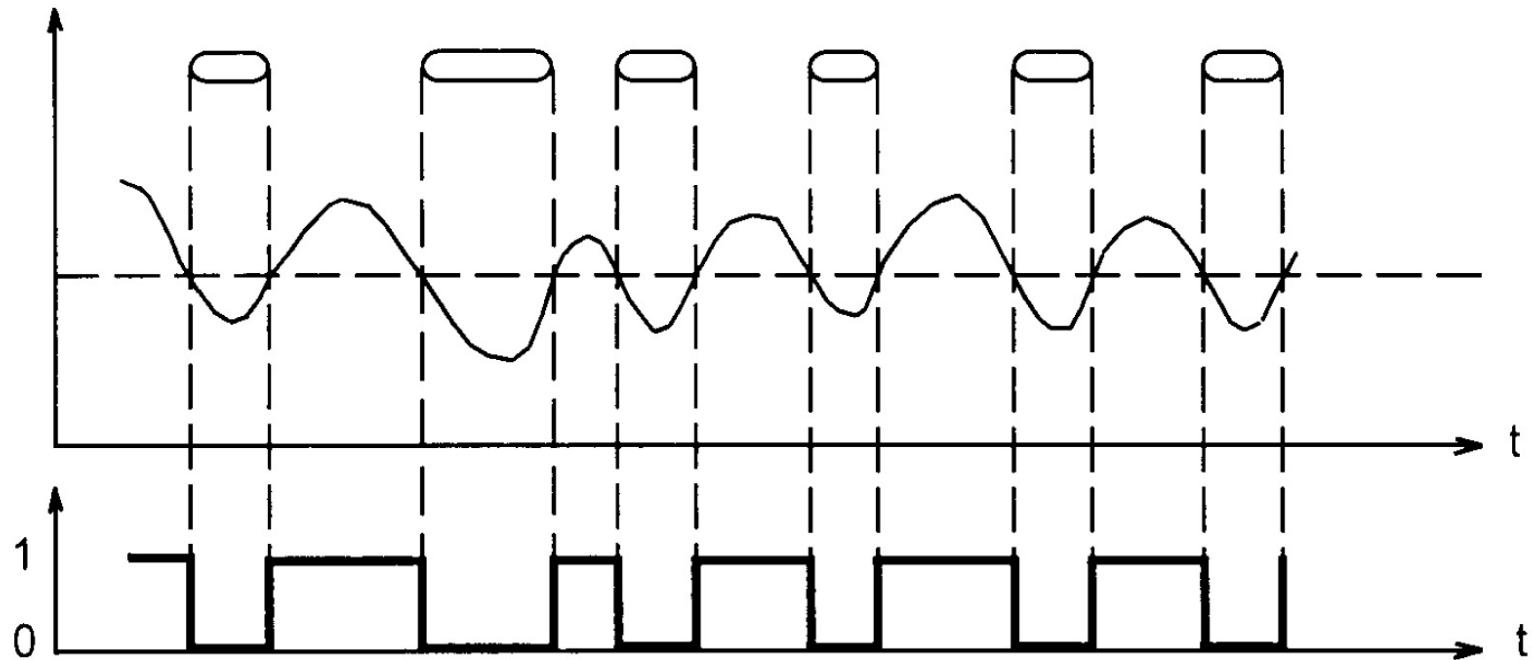
# Disco óptico CD-rom

Interferencia destructiva: reduce la intensidad del haz reflejado por los pits (28%) con respecto a la superficie (lands 70%)



## Disco óptico CD-rom

Señal de lectura: El paso por cero señala los límites de los pits



## Disco óptico CD-rom

Pista en espiral de 4,3 Km de longitud

Velocidad lineal: 1,2 m/s (500 rpm => 300 rpm)

Muecas (pits) de 0,833 micras

$$\begin{aligned} & 4.300.000.000 \text{ micras} / (0,833 \text{ micras/muesca}) = \\ & = 5.162.064.826 \text{ muecas} \end{aligned}$$

Codificando 1 bit con cada muesca:

$$5.162.064.826 \text{ bits} / (8 \text{ bits/byte}) = 645.258.103 \text{ bytes}$$

Insuficiente para almacenar 870 MBytes (60 min)

74 min (5,3 Km): 795 MBytes de capacidad, insuficientes para almacenar 1.073 MBytes

## Disco óptico CD-rom

Solución: Eighth to Fourteen Modulation (EFM)

Recodificar los datos usando 14 + 3 bits por cada byte

Sobrecoste del 212,5%: 870 MB => 1.845 MBytes

(2.275 para 74 min)

<b>PALABRA 8 BITS</b>	<b>PALABRA 14 BITS</b>	
00000011	001001000000000	<b>1</b>
01001110	010000001001000	<b>2</b>
10101010	100100001000100	<b>3</b>
11110010	0000000100001001	<b>4</b>

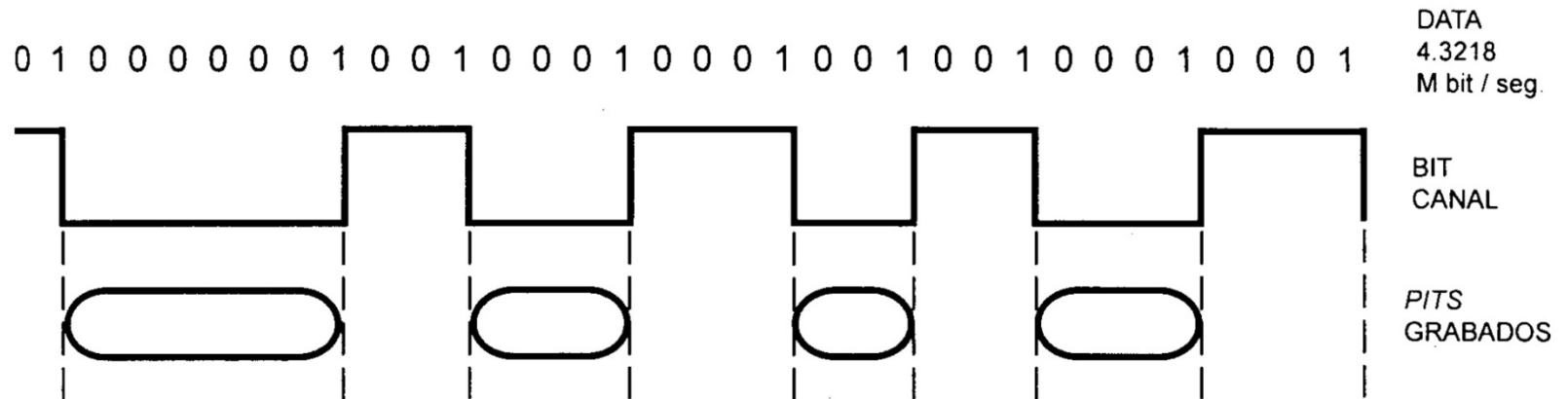


# Disco óptico CD-rom

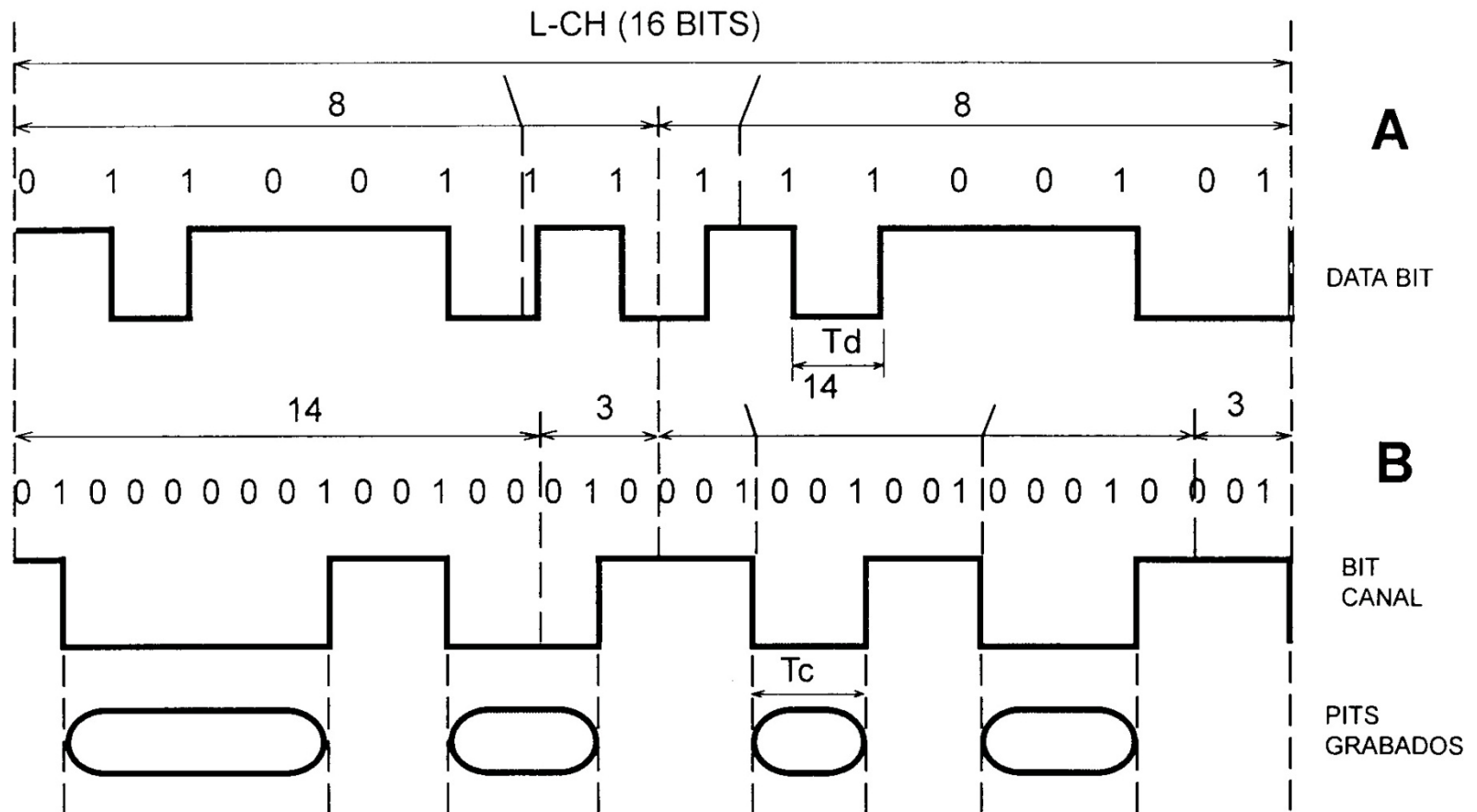
Codificar 3 bits (100) con cada muesca:

$5.162.064.826$  muescas  $\times$  3 bits = 1.935 MB  $>$  1.845 MB

74 min: 2.385 MB  $>$  2.275 MB



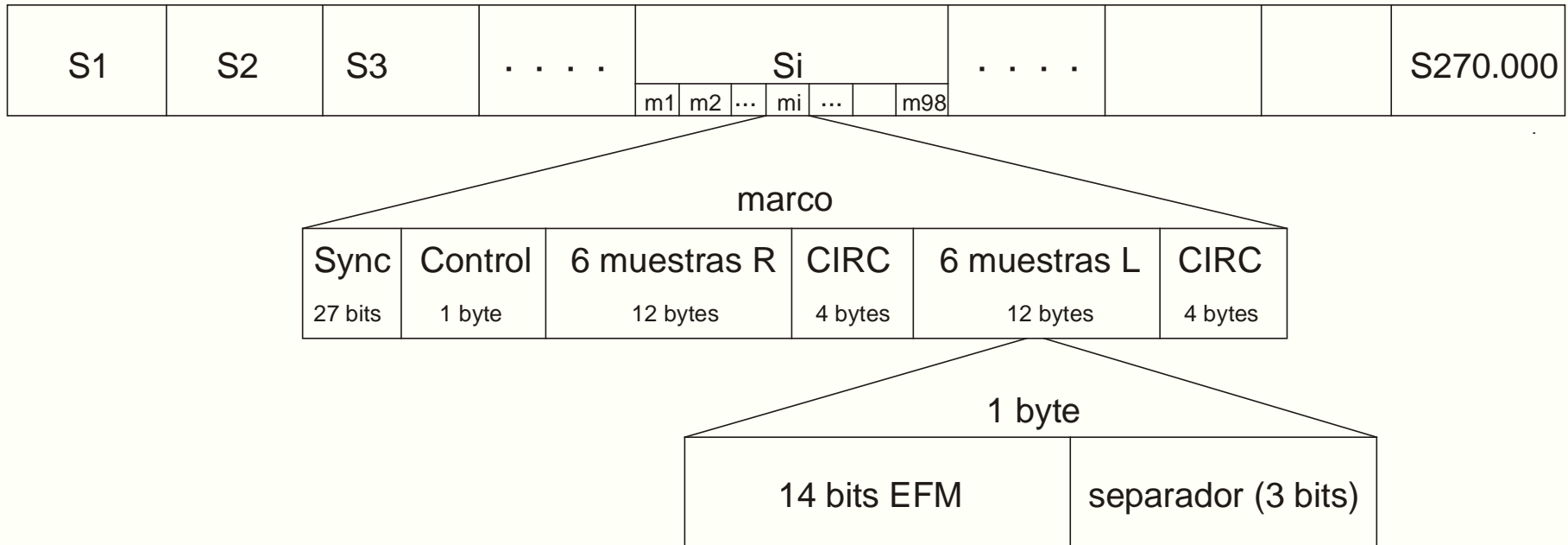
# Disco óptico CD-rom



# Disco óptico CD-rom

Formato de grabación:

270.000 sectores para 60 min. (333.000 para 74 min)



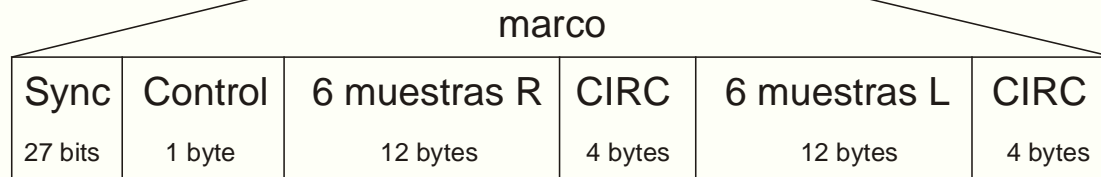
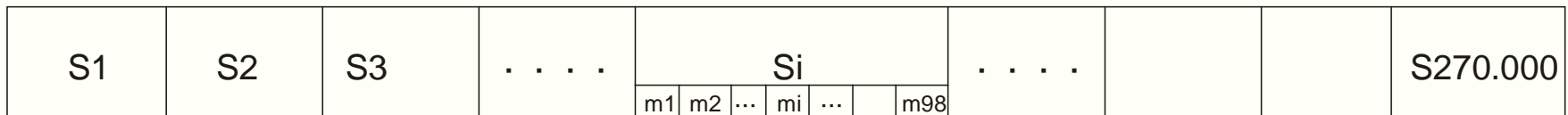
1 segundo => 75 sectores: 7.350 marcos

176.400 bytes/segundo

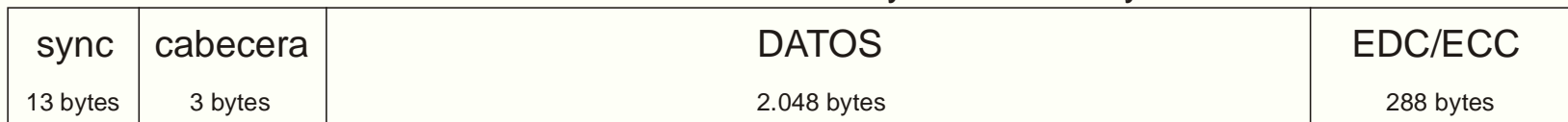
# Disco óptico CD-rom

## CD-ROM. Formato de grabación:

270.000 sectores para 60 min. (333.000 para 74 min)



1 sector: 98 marcos x 24 bytes = 2.352 bytes

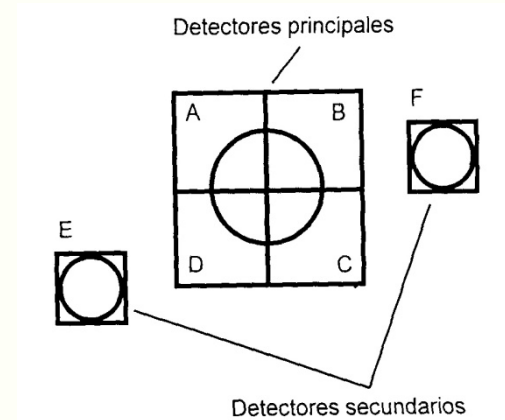
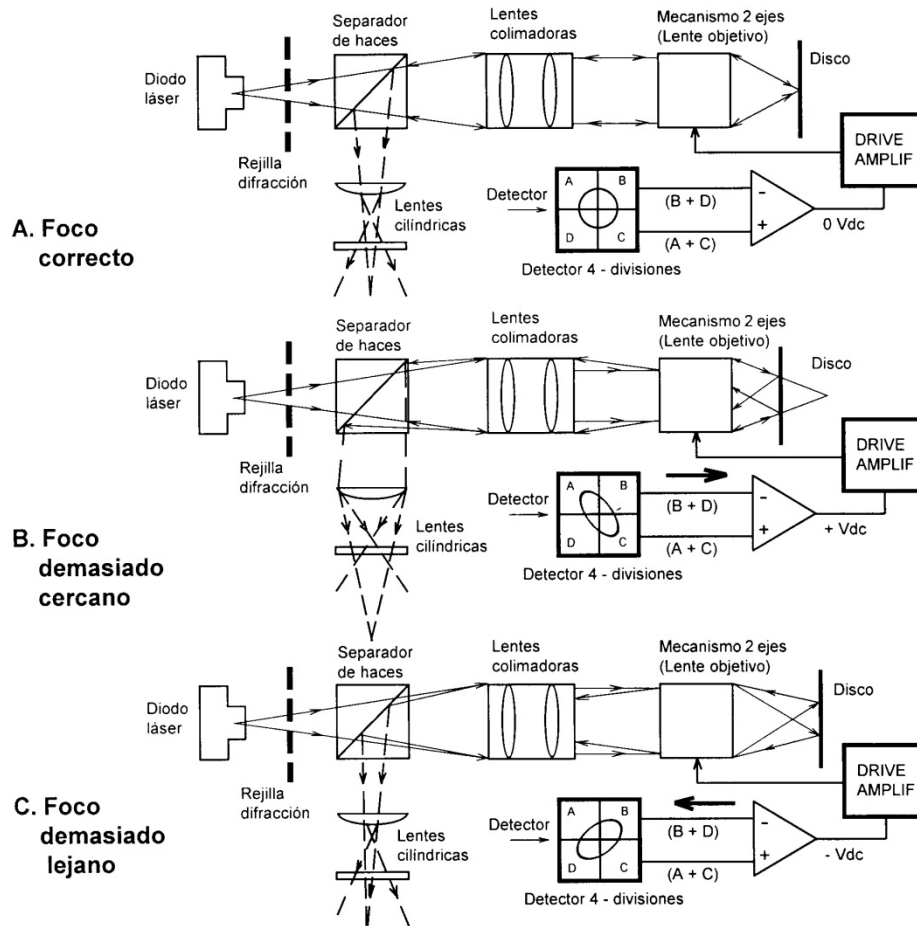


Capacidad:  $270.000 \times 2.048 = 553 \text{ MB}$  (74 min 682 MB)

Velocidad de transferencia:  $75 \times 2.048 = 150 \text{ KB/s}$

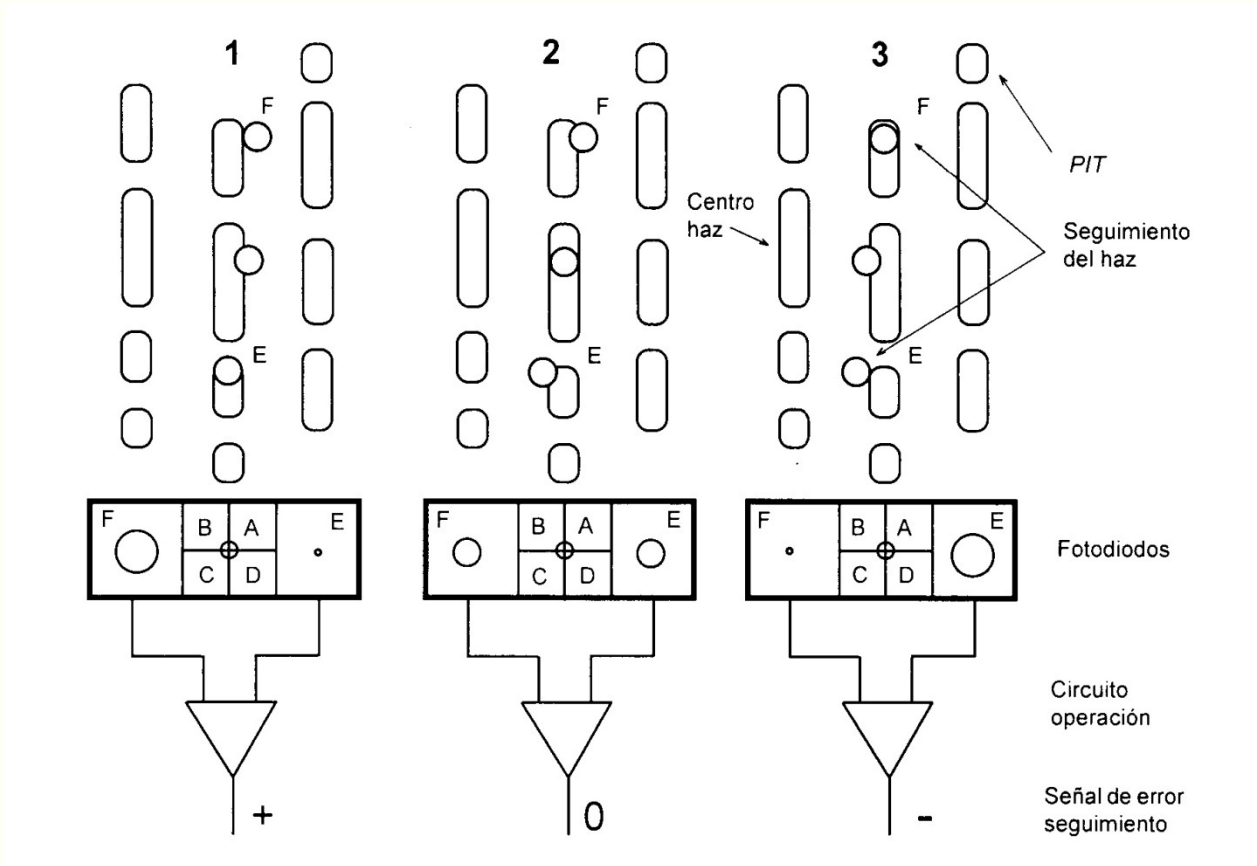
# Disco óptico CD-rom

## Sistema de enfoque:



# Disco óptico CD-rom

Sistema de seguimiento:

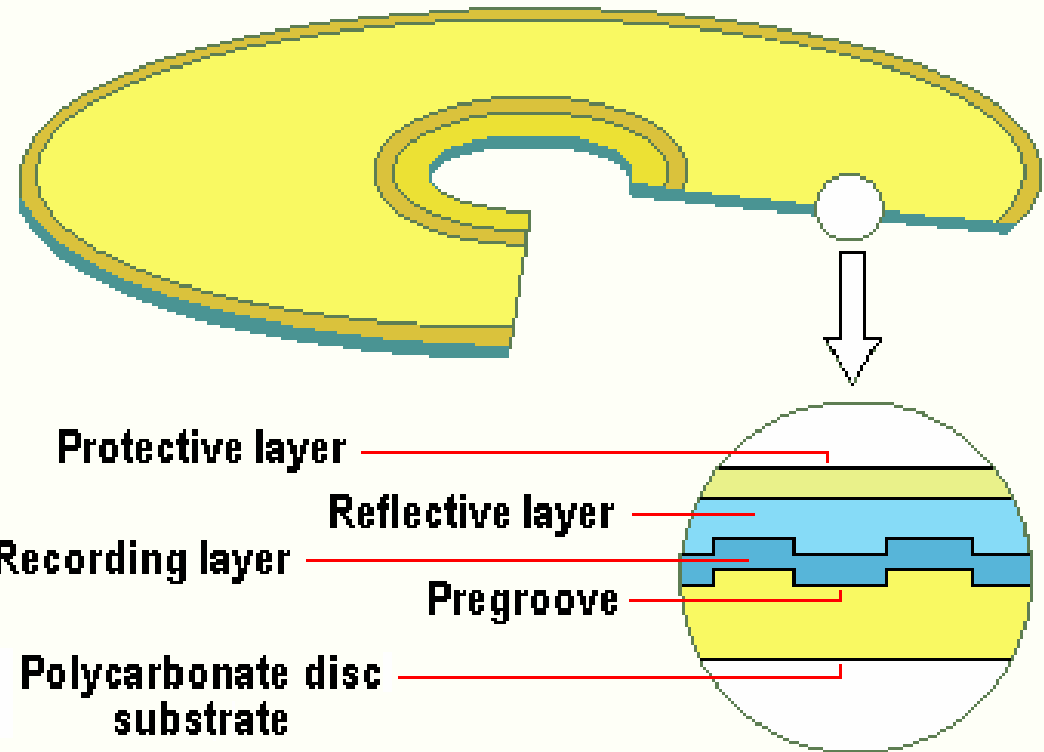
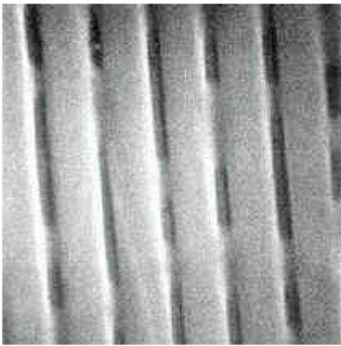


# Disco óptico CD-R

Capa de grabación: Tintes orgánicos.

Capa reflectante: oro, plata (28% pits, 70% lands)

Laser: intensidad baja para lectura y alta para grabado



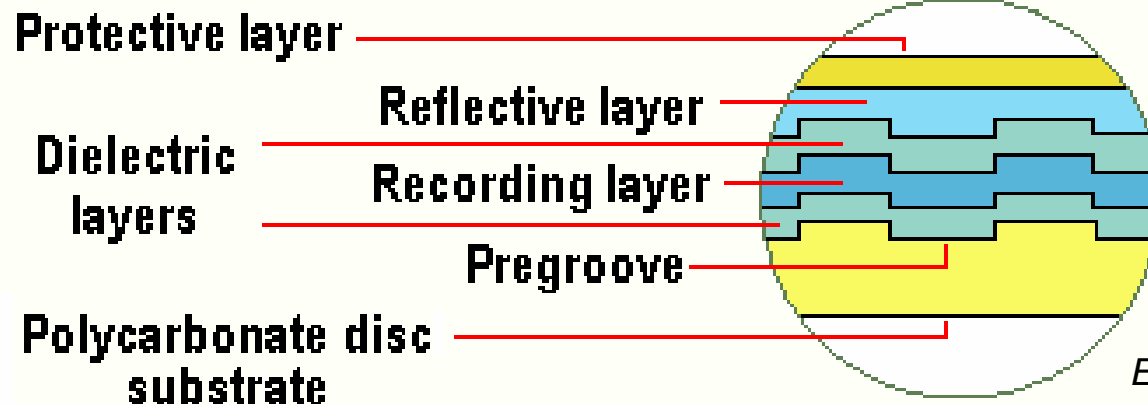
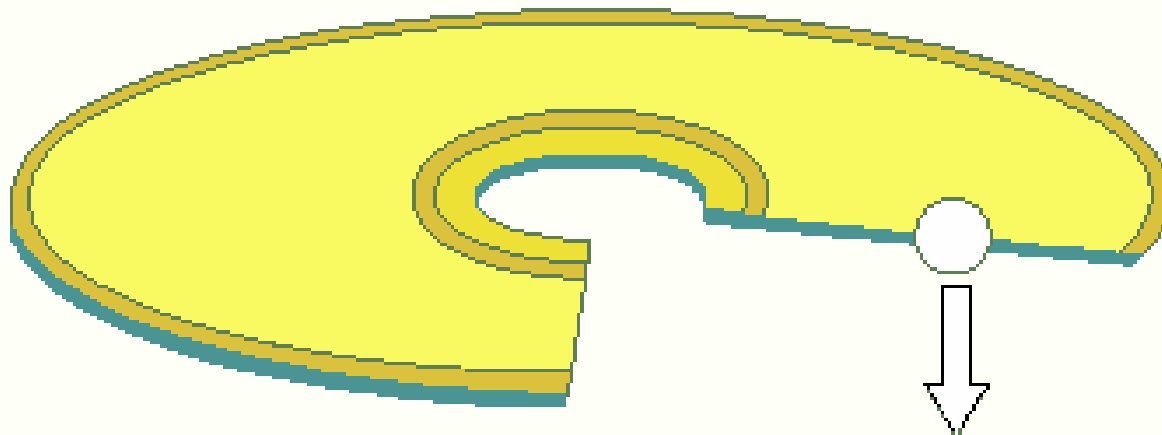
# Disco óptico CD-RW

Capa de grabación: mezcla de plata, indio, antimonio y telurio

Laser: intensidad alta para grabación (500°C a 700°C): estado amorfo

intensidad media para borrado (200°C): estado cristalino

intensidad baja para lectura





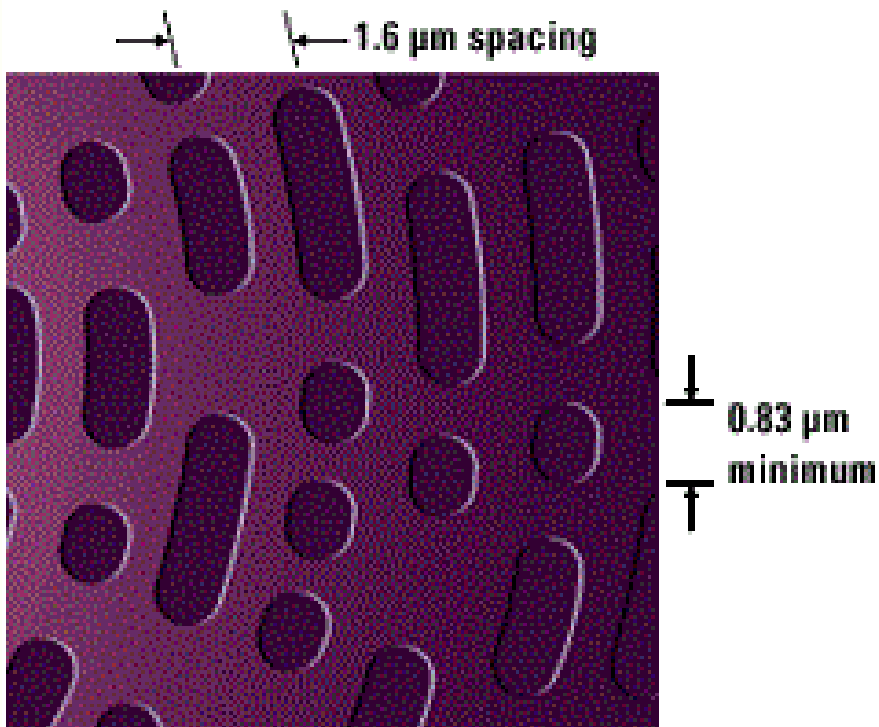
# Disco óptico DVD

DVD Consortium (1.995)

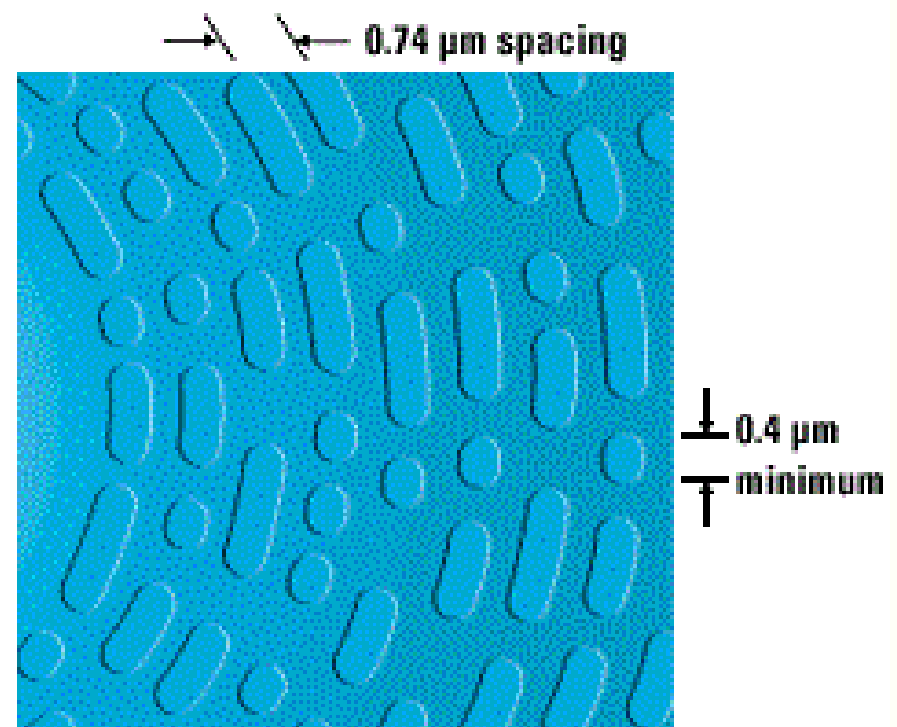
$1,6 / 0,74 = 2,16$        $0,83 / 0,4 = 2,08$        $\Rightarrow$        $2,16 \times 2,08 = 4,5$

$1.073 \text{ MB} \times 4,5 = 4.828 \text{ MB}$

Velocidad de transferencia: 11 Mbit/s



**CD-ROM**



**DVD**

# Disco óptico Blu-Ray

Blu-Ray Disk Association (Sony, Philips, ...) 2.006

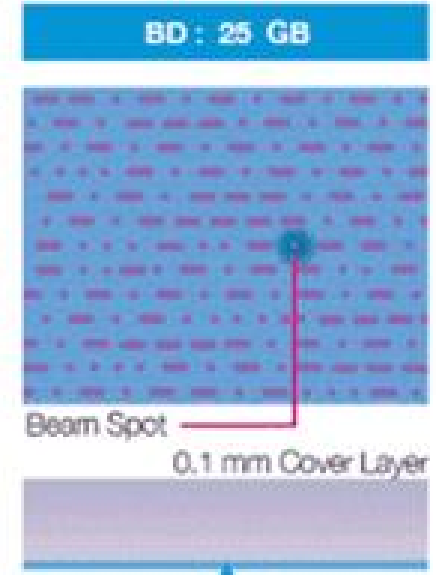
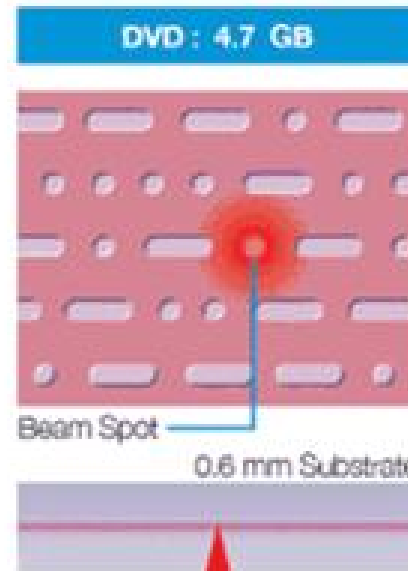
$$0,74/0,32 = 2,31 \quad 0,4/0,15 = 2,66 \quad \Rightarrow \quad 2,31 \times 2,66 = 6,16$$

4.700 MB x 6,16 = 28.983 MB (25 GB)

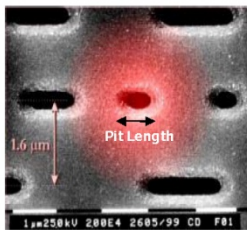
Velocidad de transferencia: 36 Mbit/s

2 capas: 50 Gbytes

20 capas: 500 GBytes (Pioneer 2.008)

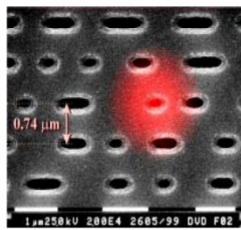


CD 0.7GB



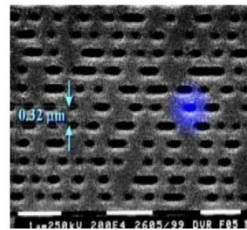
Track Pitch: 1,6  $\mu\text{m}$   
Minimum Pit Length: 0,8  $\mu\text{m}$   
Storage Density: 0,41Gb/in<sup>2</sup>

DVD 4.7GB



Track Pitch: 0,74  $\mu\text{m}$   
Minimum Pit Length: 0,4  $\mu\text{m}$   
Storage Density: 2,77Gb/in<sup>2</sup>

Blu-ray Disc 25GB



Track Pitch: 0,32  $\mu\text{m}$   
Minimum Pit Length: 0,15  $\mu\text{m}$   
Storage Density: 14,73Gb/in<sup>2</sup>

# Monitor LCD

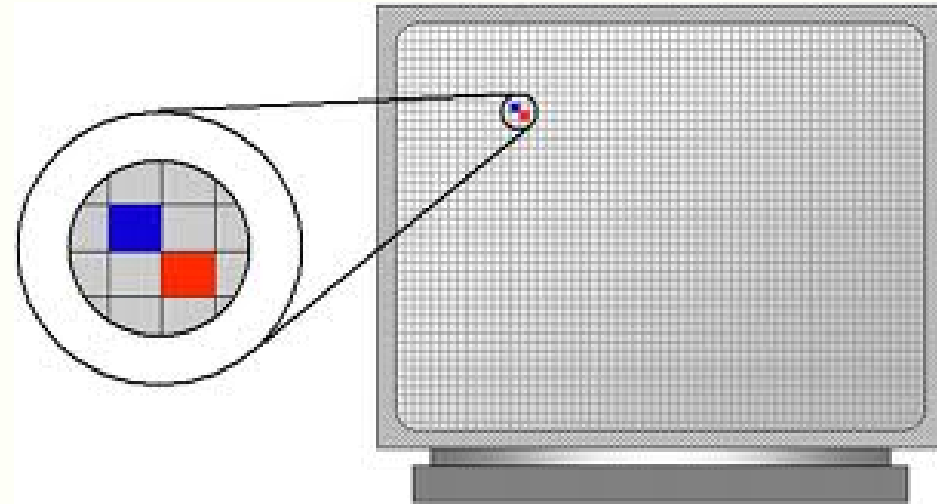
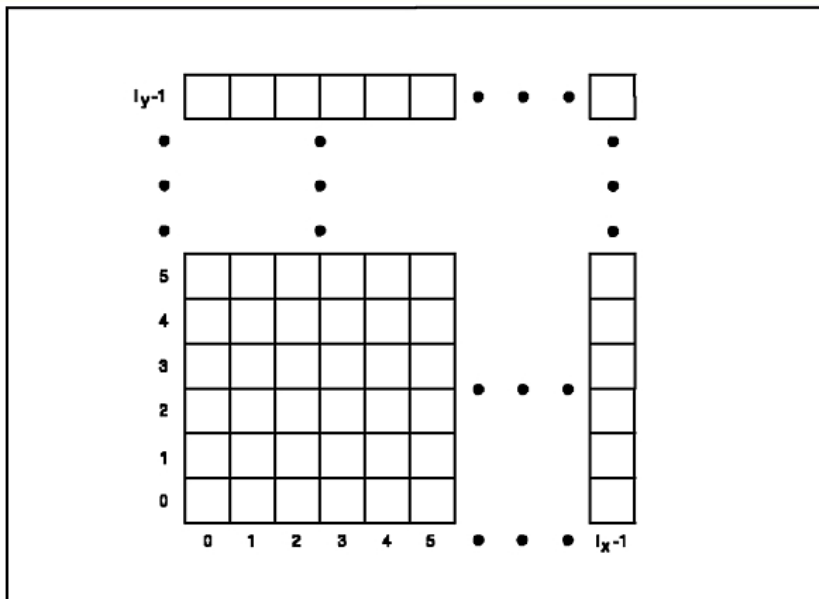
Resolución: N° de pixels en la línea x N° de líneas (1.920 x 1.080)

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

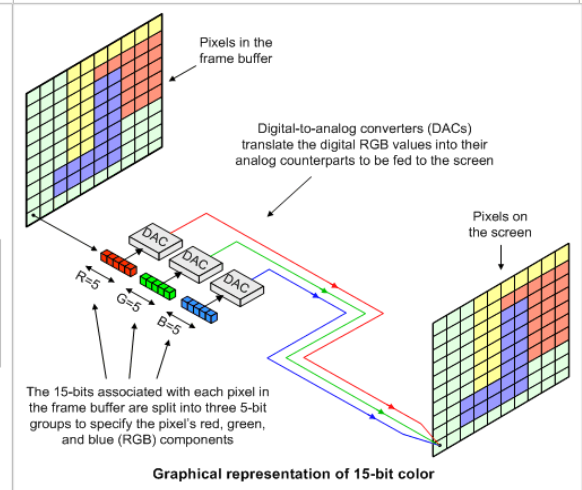
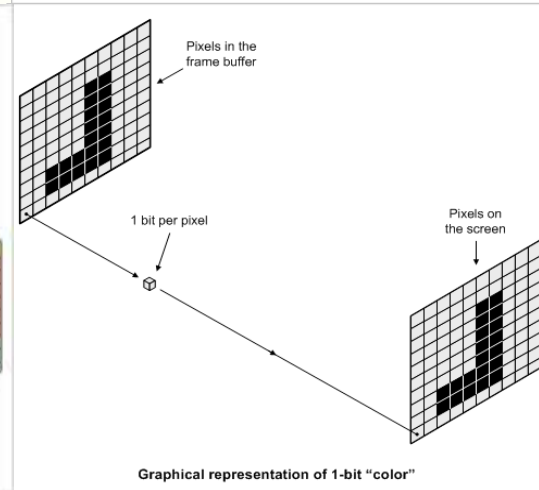
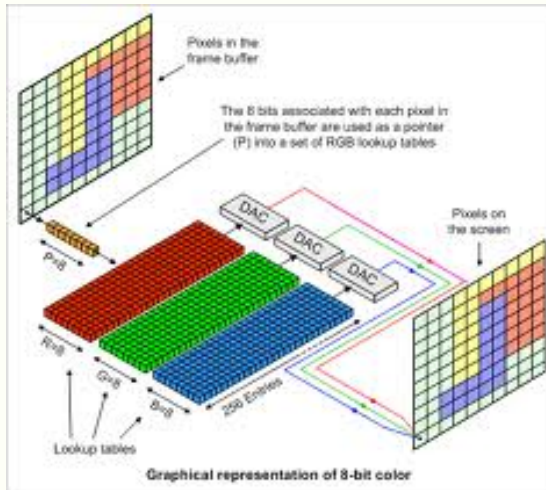
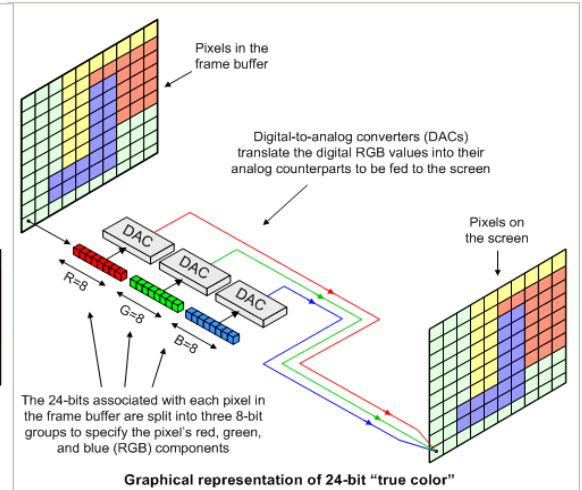
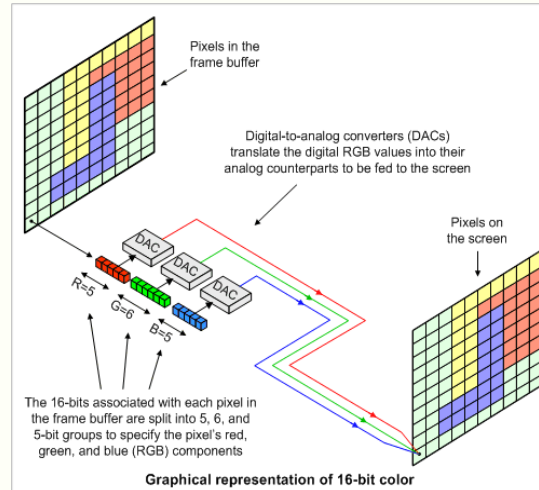
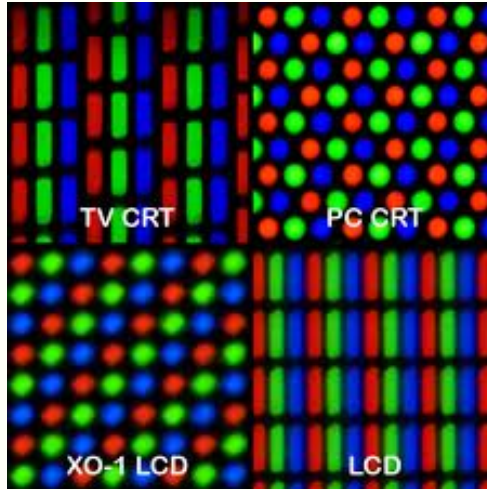
Frecuencia de pantalla (de refresco, de vídeo, vertical...): Frecuencia con que se proyecta la memoria de vídeo en la pantalla del monitor



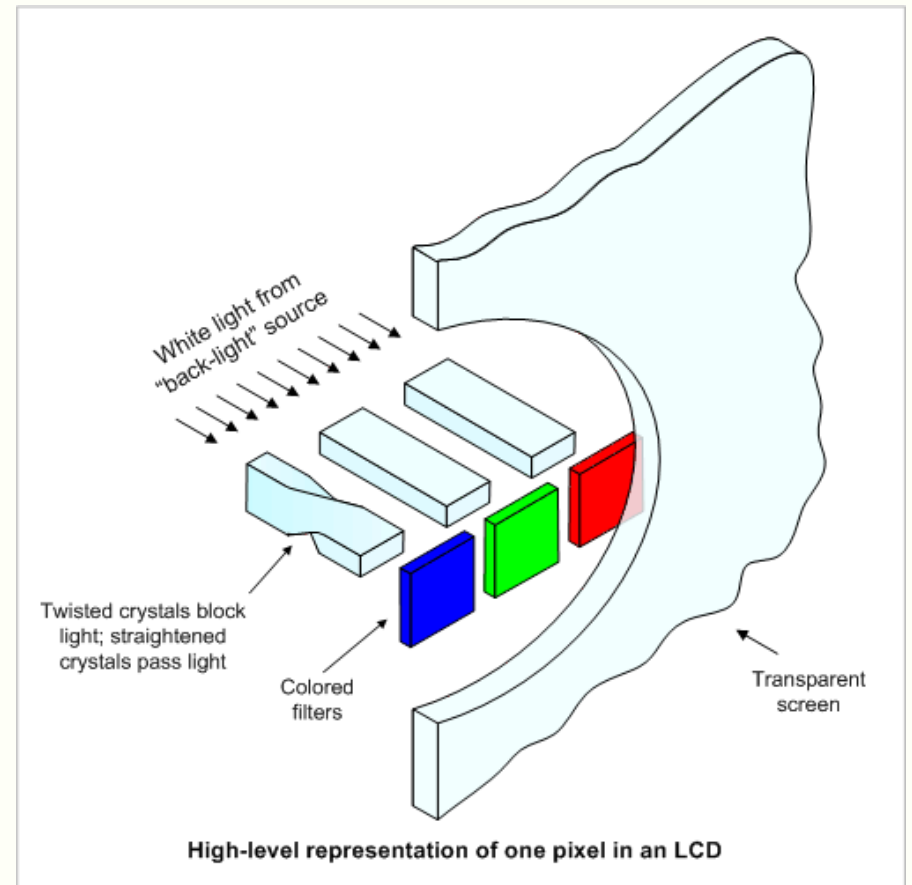
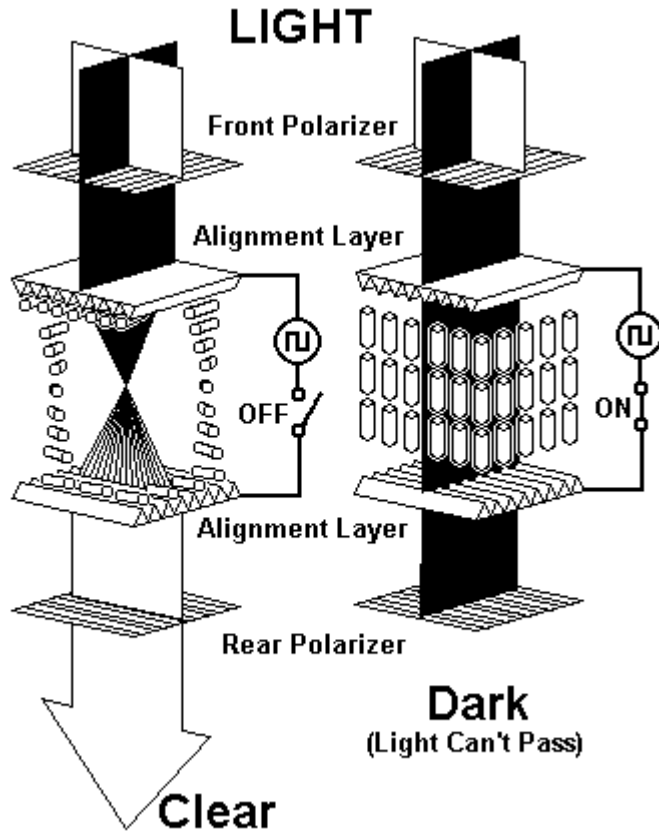
# Monitor LCD

tríada

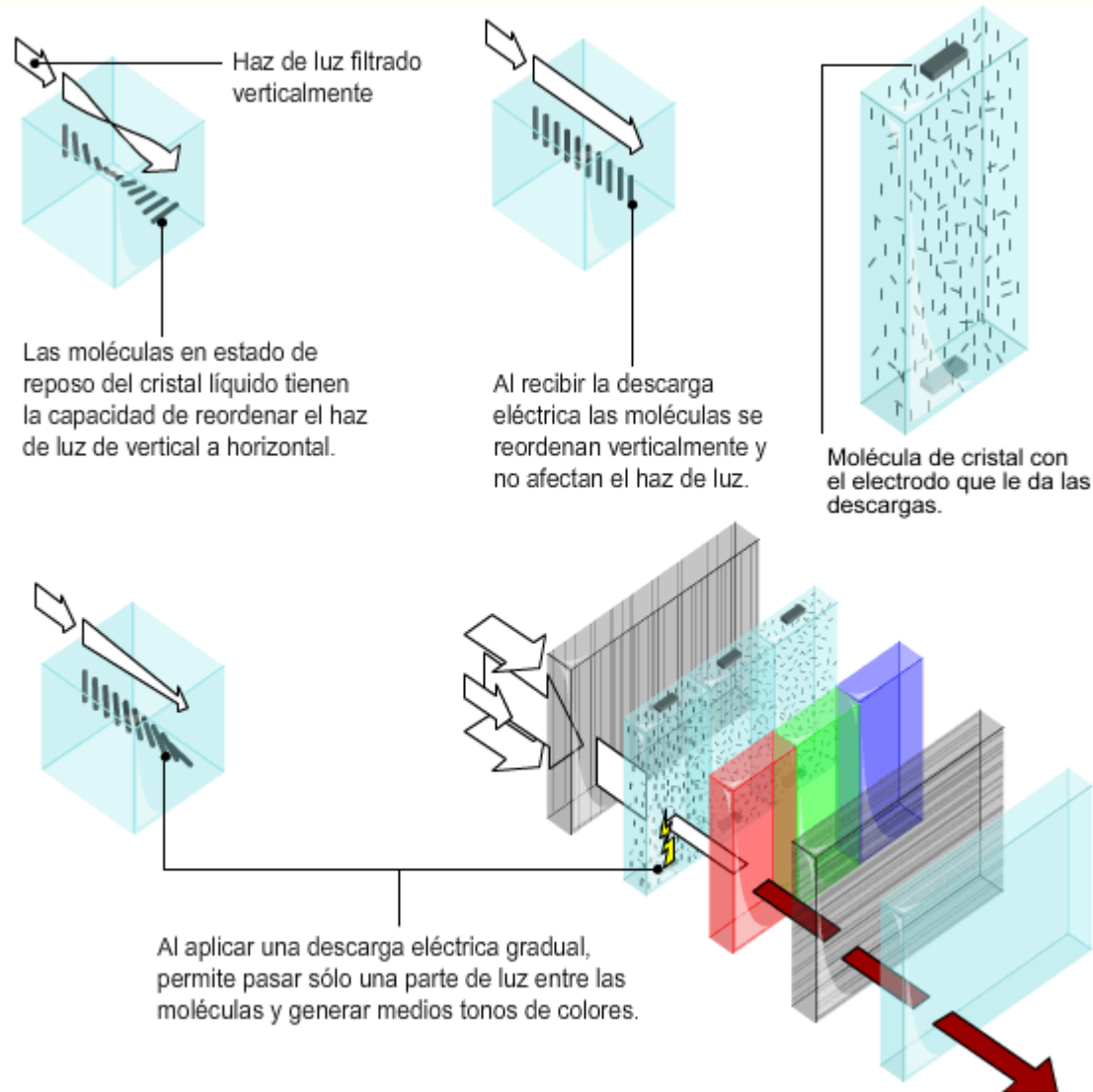
profundidad de color



# 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  
 $6.220.800 \text{ bytes} \times 70 \text{ Hz} = 435.456.000 \text{ bytes/s}$

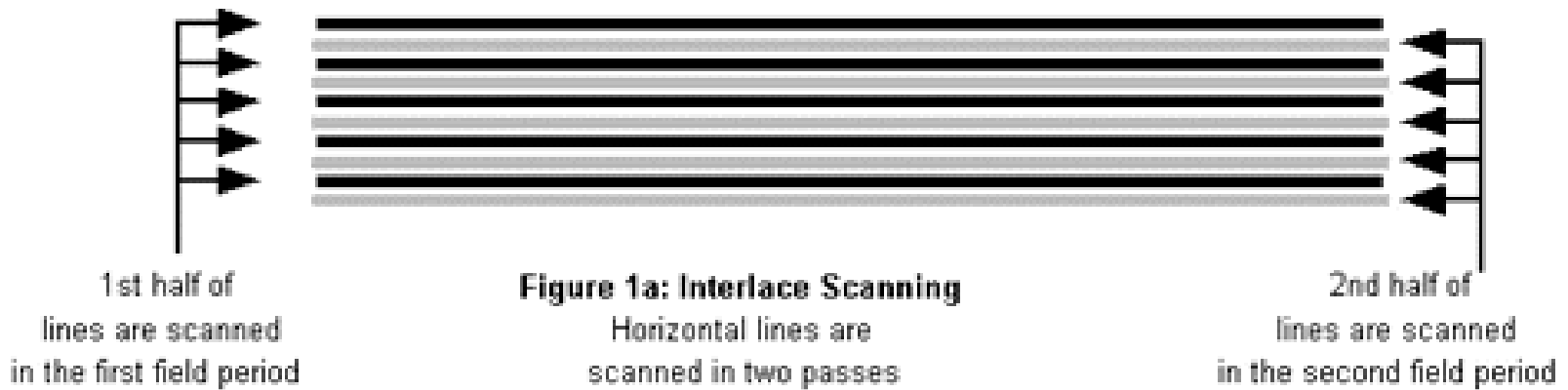
### Capacidad:

- Longitud de palabra: n° 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  
 $8 \text{ bytes} / 10 \times 10^{-9} \text{ s} = 800.000.000 \text{ bytes/s}$

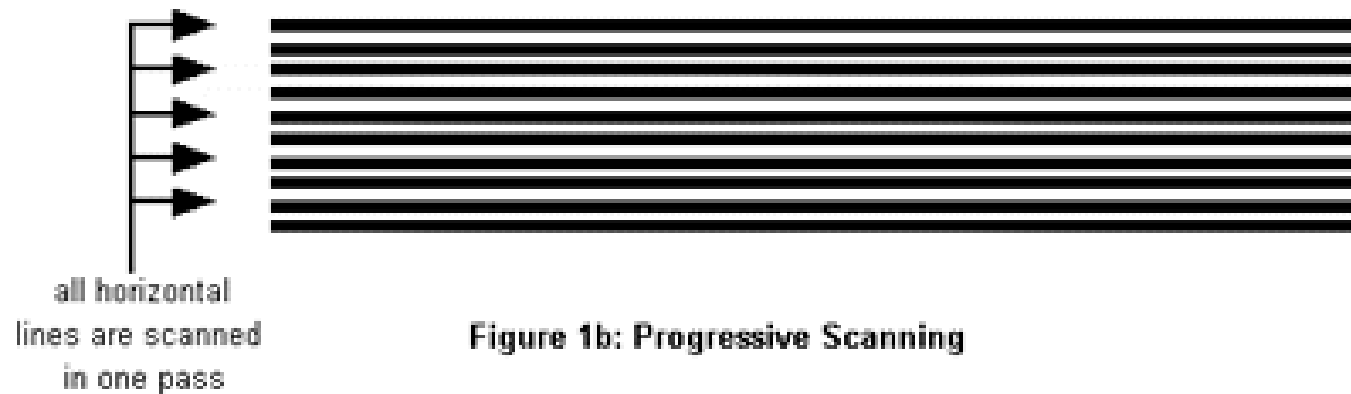
# Monitor LCD

## Entrelazado

video scan lines on television display



video scan lines on higher performance display



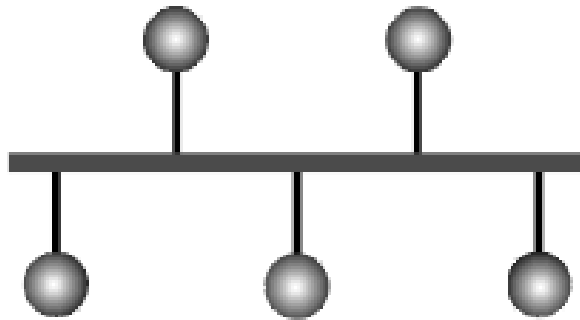


# Dispositivos de comunicación

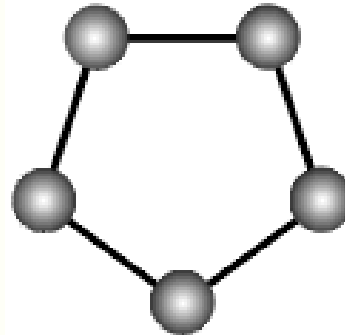
1:1 Punto a punto (línea serie)

N:N Red local (Ethernet)

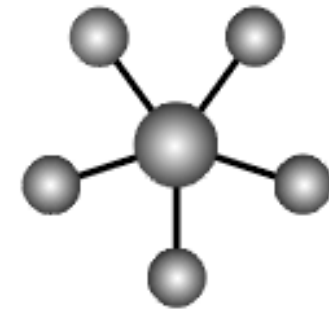
## Topología



Bus network



Ring network



Star network

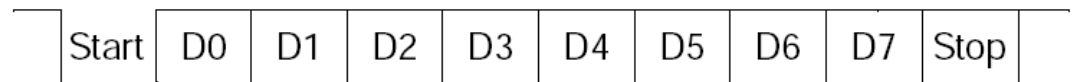
# Línea serie

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

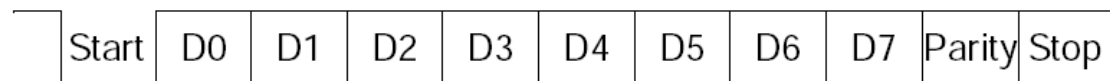
# UART

- 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>)

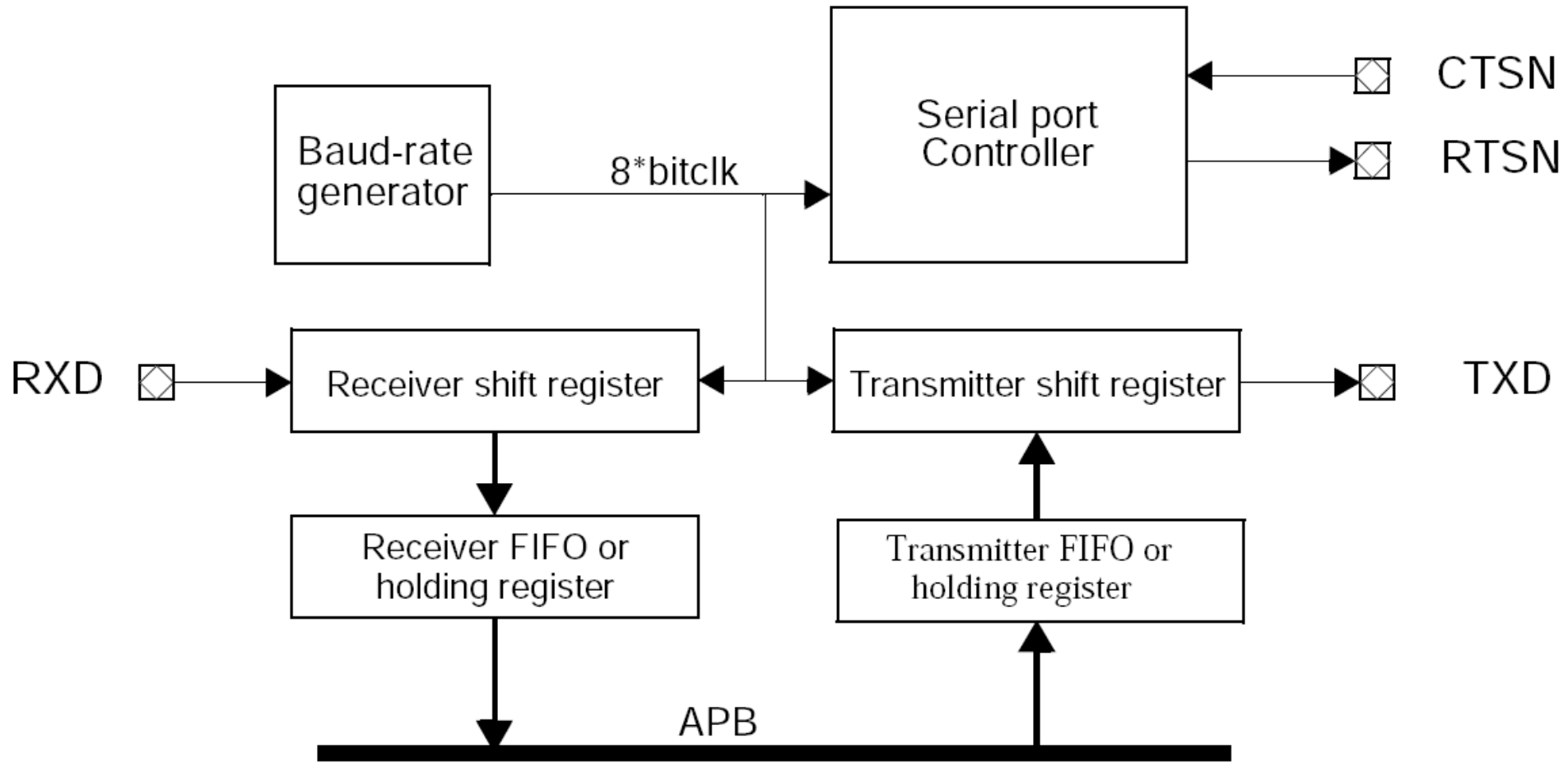
Data frame, no parity:



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

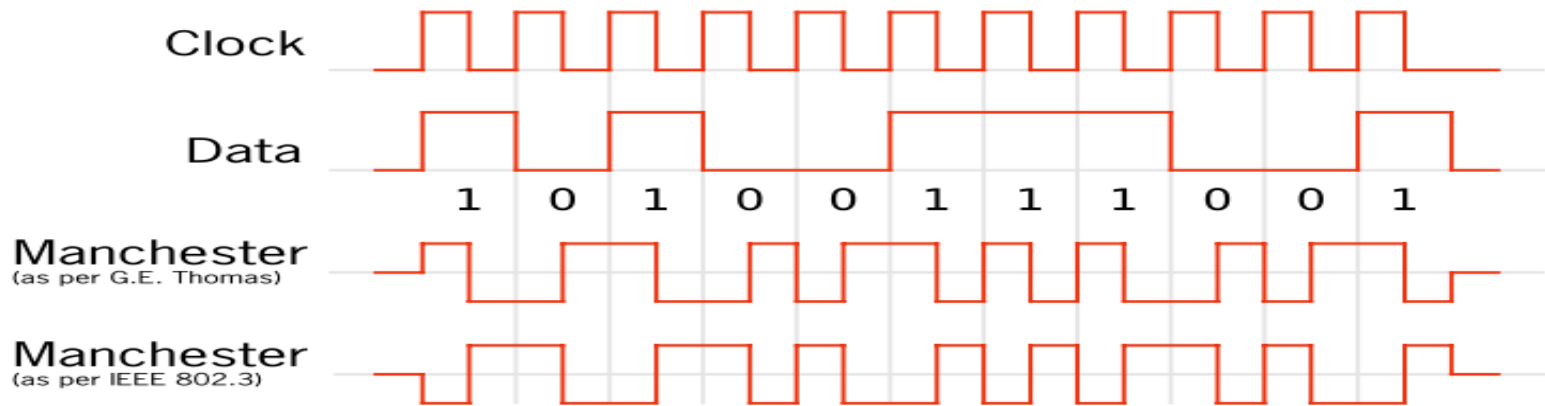
# Comunicación

- 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
- $V_{\text{transf}}$ : 10-10.000 Mbps (10 Gbits/s)
- Modo de funcionamiento:
  - Codificación de datos
  - Formato de paquete
  - Control de flujo
  - Medio físico

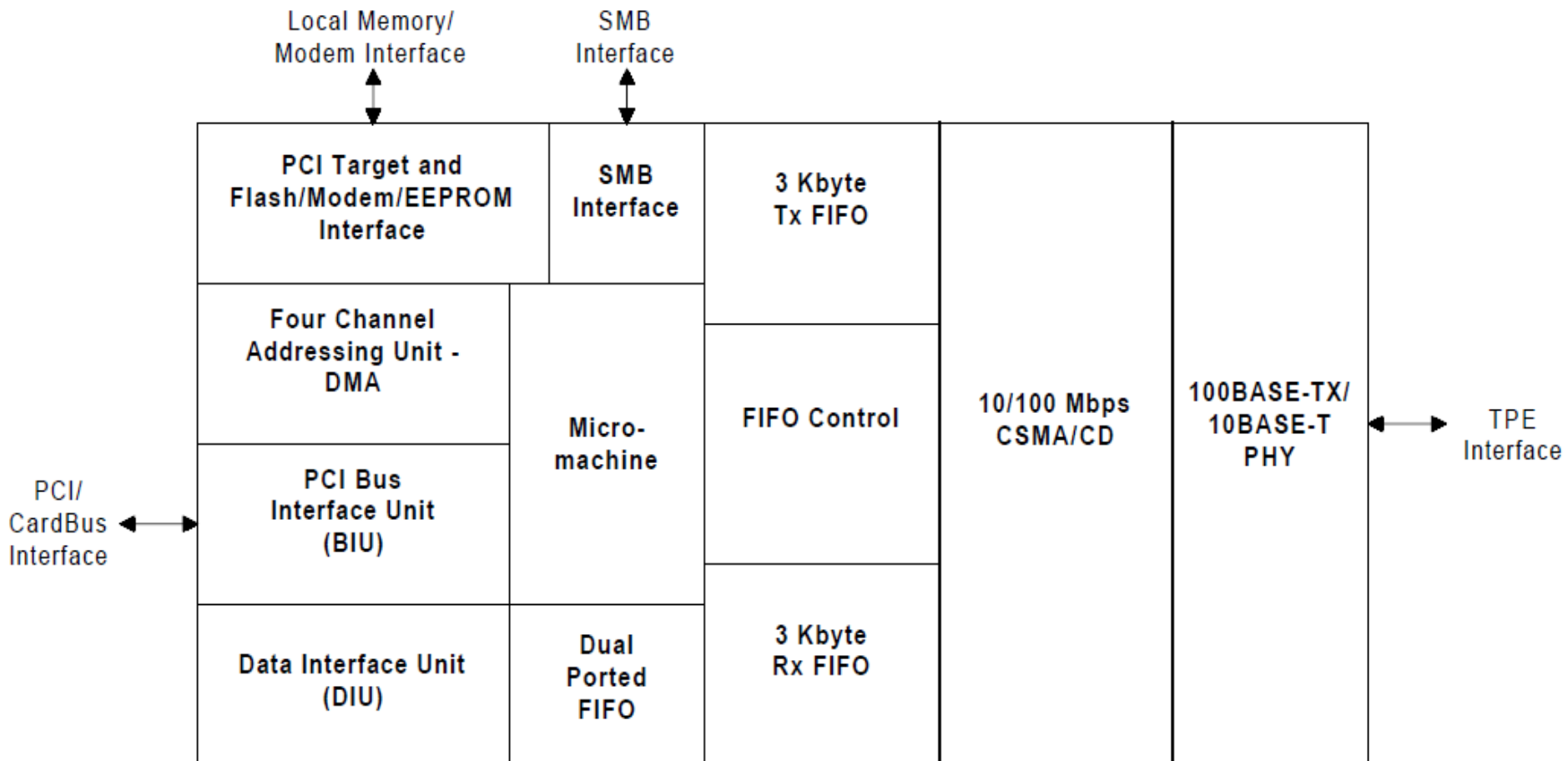
# Codificación de datos



- 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.