

DISC DUR

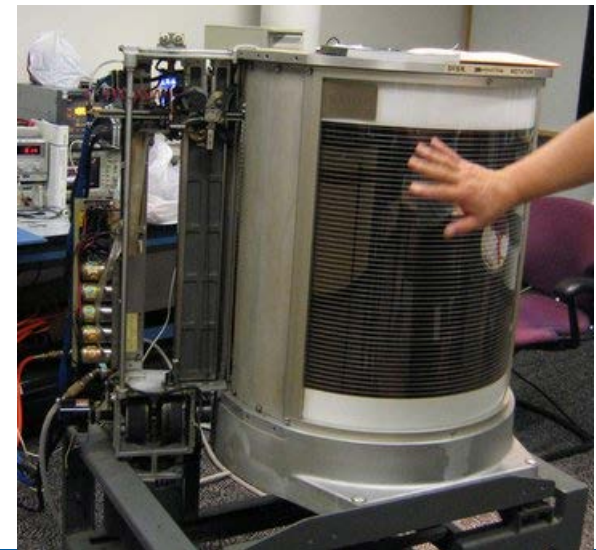


Introducció

- Mètode més popular i important per guardar informació *on-line*.
- Centre de dades permanent del PC: Memòria secundària
- Aplicacions Multimèdia:
 - Augment demanda de discs informació vídeo i àudio
(*smaller form factors, faster, denser, cheaper: in an industry best described by fierce competition and rapid changes*)
 - avenços tecnològics : futur assegurat: cost competitiu

Història

- 1r HD introduït per IBM al 1956 (a l'ordinador IBM350) anomenat RAMAC (*random access method for accounting and control*).
- 50 discs de 24" amb capa magnètica, un braç movia 2 capçals cap als interiors dels discs.
- Capacitat = 5MB ;
- Ritme de transferència de dades = 12.5 kB/s.



Història

1950s - 1970s

- El IBM 1301 *Disk Storage Unit Control System Mechanical International System*, anunciat al 1961, va introduir l'ús de capçals independents per a cada superfície de dades.
- IBM 1311 va ser el primer equip amb discs extraïbles, el pack IBM 1316 disk emmagatzemava “*two million characters*”.
- Al 1973, IBM introduí el IBM 3340 "Winchester" disk system, el primer en usar una caixa sellada. Gairebé tots els discs actuals usen aquesta tecnologia i el terme "Winchester" va esdevenir una descripció comú de tots els discs durs fins als anys 90. (el nom li va posar el cap de disseny Kenneth Haughton per el famós rifle winchester 30-30, ja que els disc tenia dos tambors de 30 MB)



IBM 305 al U.S. Army Red River Arsenal, amb dos discs IBM 350.



1962. Discs de l'IBM 1311

Història

1980s – inici de l'era PC

- Als 80's els discs interns van esdevenir l'estàndar en PCs.
- Seagate Technology va introduir el ST-506, el primer disc de 5.25", amb una capacitat de 5 MB



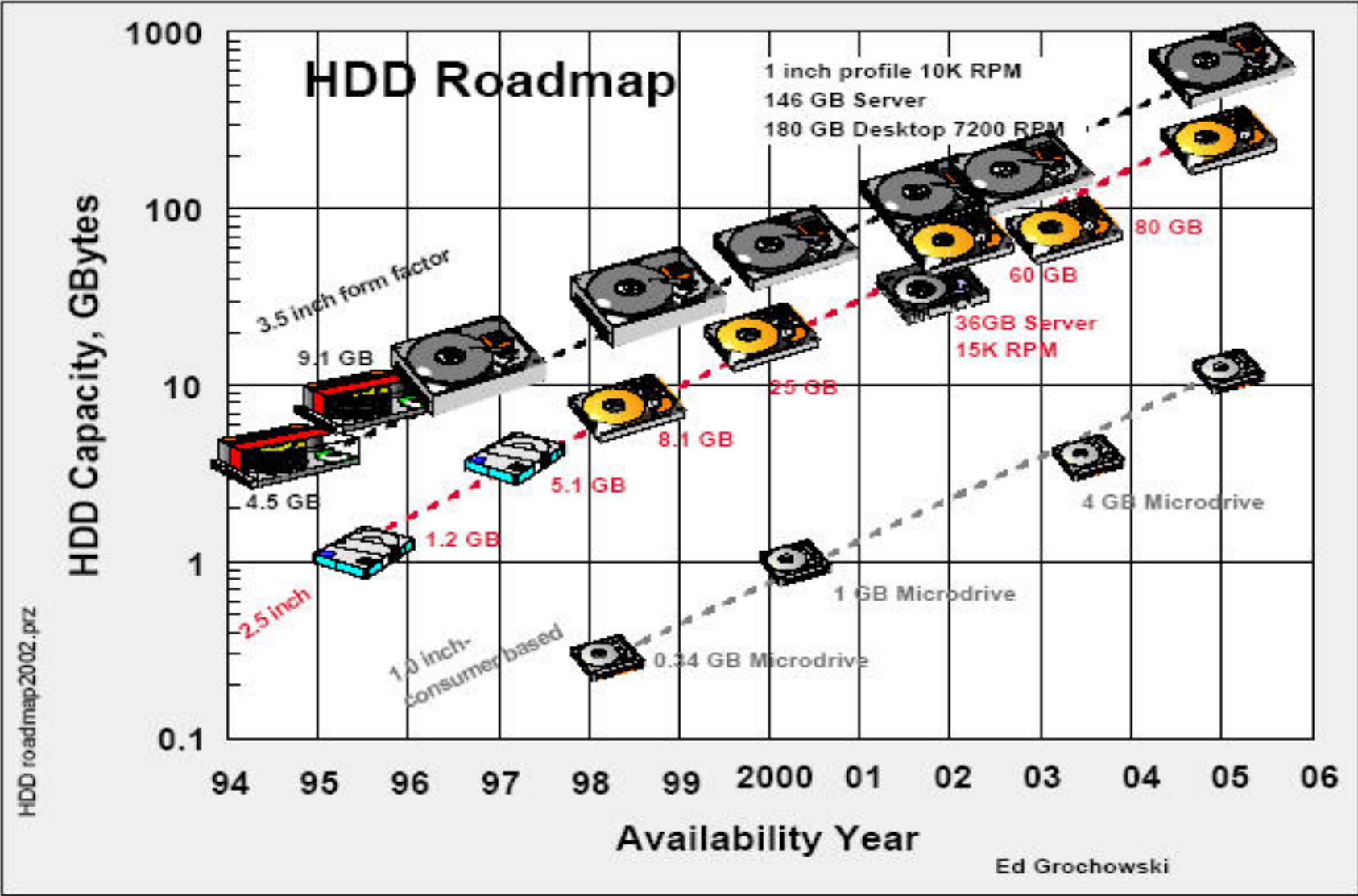
Els discs externs van mantenir la seva popularitat en plataformes com els Apple-Mackintosh External o altres. Entre el 1986 i 1998 cada Mackintosh tenia un port SCSI, fent fàcil la seva expansió. L'aparició a finals dels 90s d'interfícies externes d'alta velocitat, com USB i FIREWIRE, van tornar a fer populars els discs externs.

Història

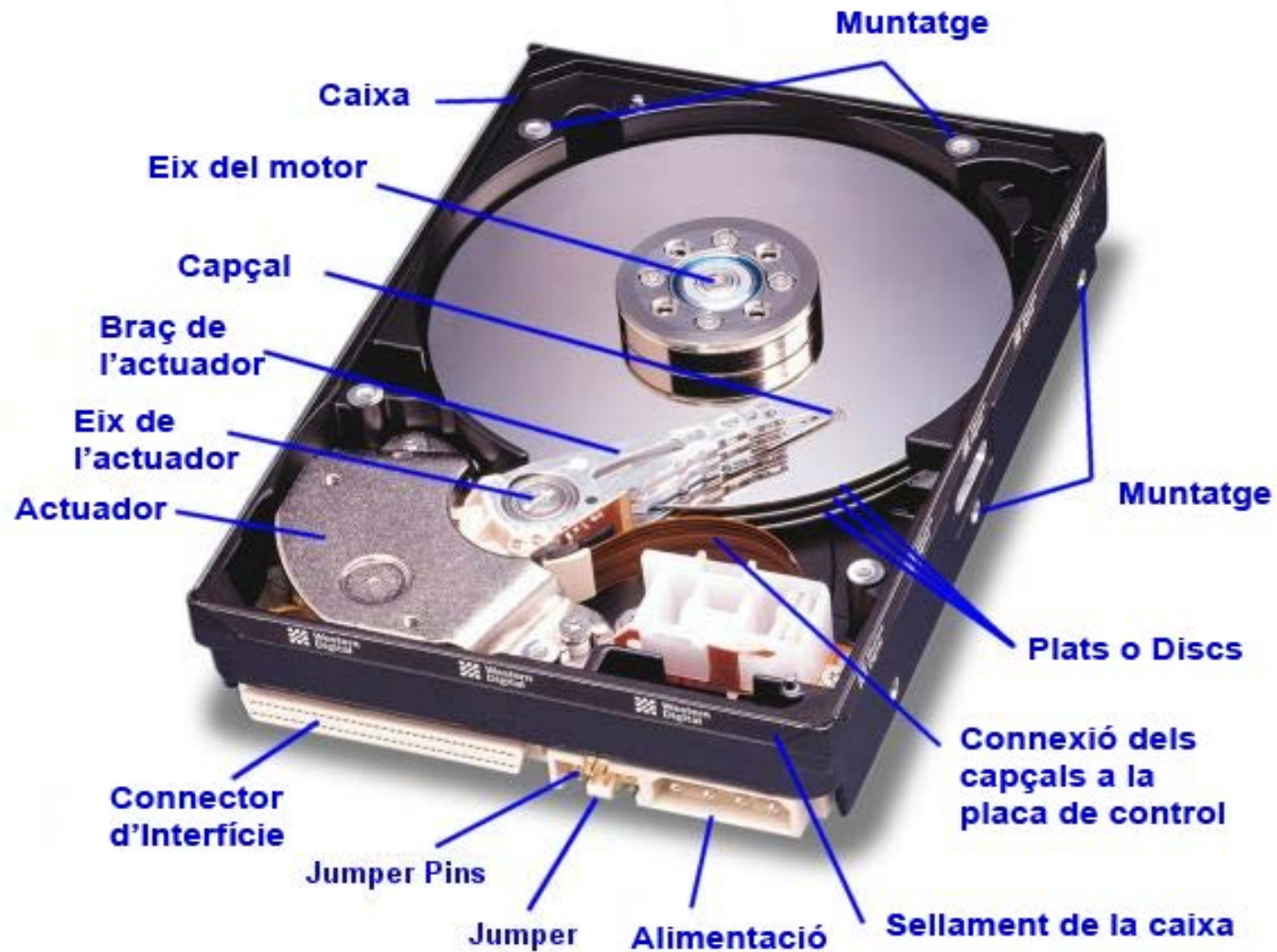
Evolució des de 1980s fins ara

- 1986 - Estandarització de SCSI
- 1989 - Jimmy Zhu i H. Neal Bertram de UCSD van proposar la microestructura granulas desacoblada per discs de capa fina, encara s'usa avui en dia.
- 1991 – Disc de 2.5" 100 MB
- 1991 – Tecnologia de lectura PRML (Digital Read Channel with 'Partial Response Maximum Likelihood' algorithm)
- 1992 – Primer disc de 1,3" - HP C3013A
- 1994 - IBM introdueix les *Laser Textured Landing Zones* (LZT)
- 1996 - IBM introdueix la tecnologia GMR per als capçals de lectura
- 1998 – S'estandaritza el UltraDMA/33 i ATAPI
- 1999 - IBM llança el Microdrive amb capacitats de 170 MB i 340 MB
- 2002 – La barrera d'adreçament de 137 GB és superada
- 2003 – Introducció del Serial ATA
- 2005 – Primer Disc de 500 GB (Hitachi GST)
- 2005 - Serial ATA 3G
- 2005 - Seagate introdueix el capçal "*Tunnel MagnetoResistive Read Sensor*" (TMR) i el *Thermal Spacing Control*
- 2005 - Introducció del SAS (Serial Attached SCSI)
- 2005 – Toshiba introdueix la gravació perpendicular en discs de consum
- 2006 – Primer disc de 750 GB (Seagate)
- 2006 – Primer disc de 200 GB 2.5" utilitzant *Perpendicular recording* (Toshiba)
- 2006 - Seagate anuncia la recerca en discs lubricats amb nanotubs amb densitats de terabits/sq.inch, fent possible un disc de 7.5 TB 3.5"
- 2006 - Fujitsu desenvolupa la "*Heat-assisted magnetic recording*" (HAMR) que pot permetre algun dia assolir la densitat de 1 TB/sq.inch.
- 2007 - Hitachi introdueix el disc de 1 TB

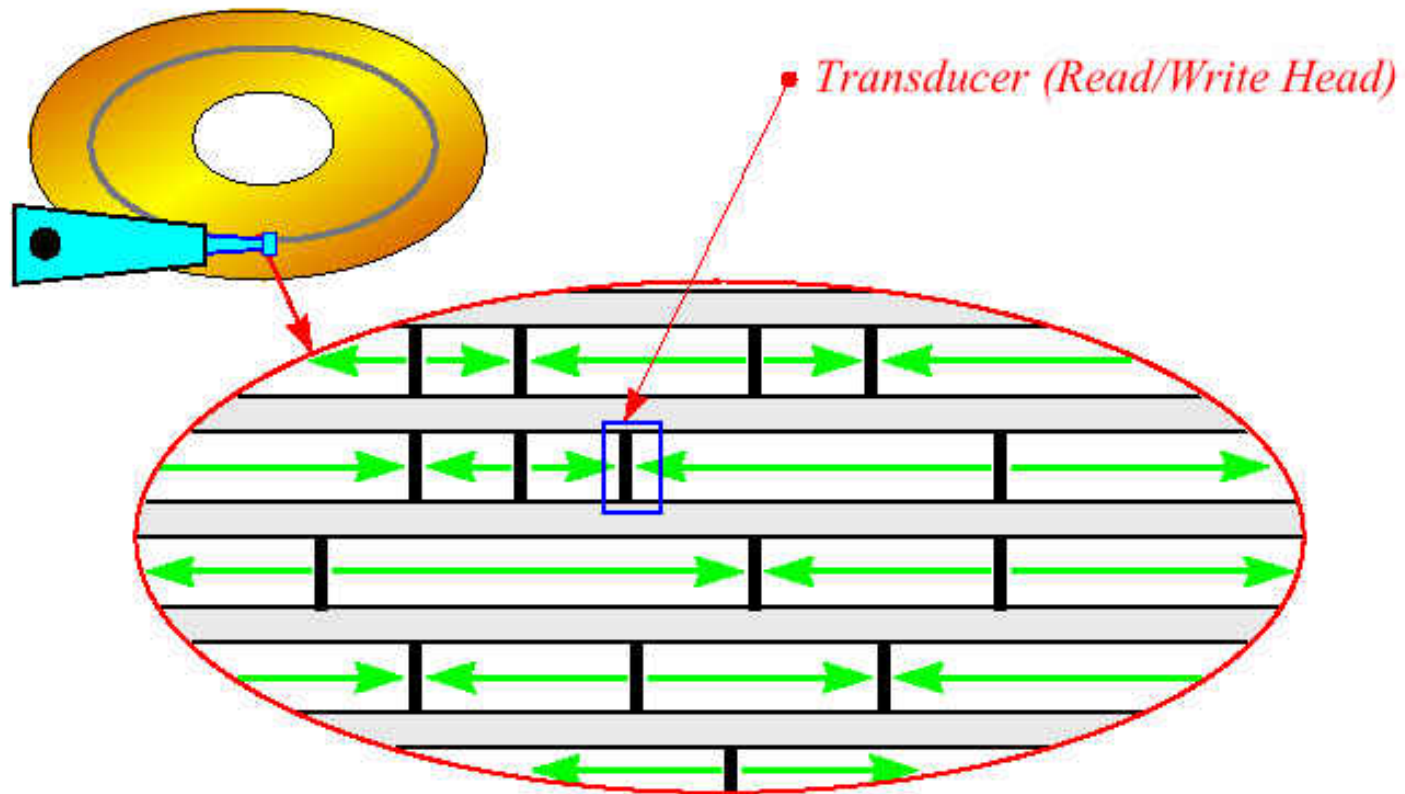
Història



Constitució del disc dur



Principi de Funcionament

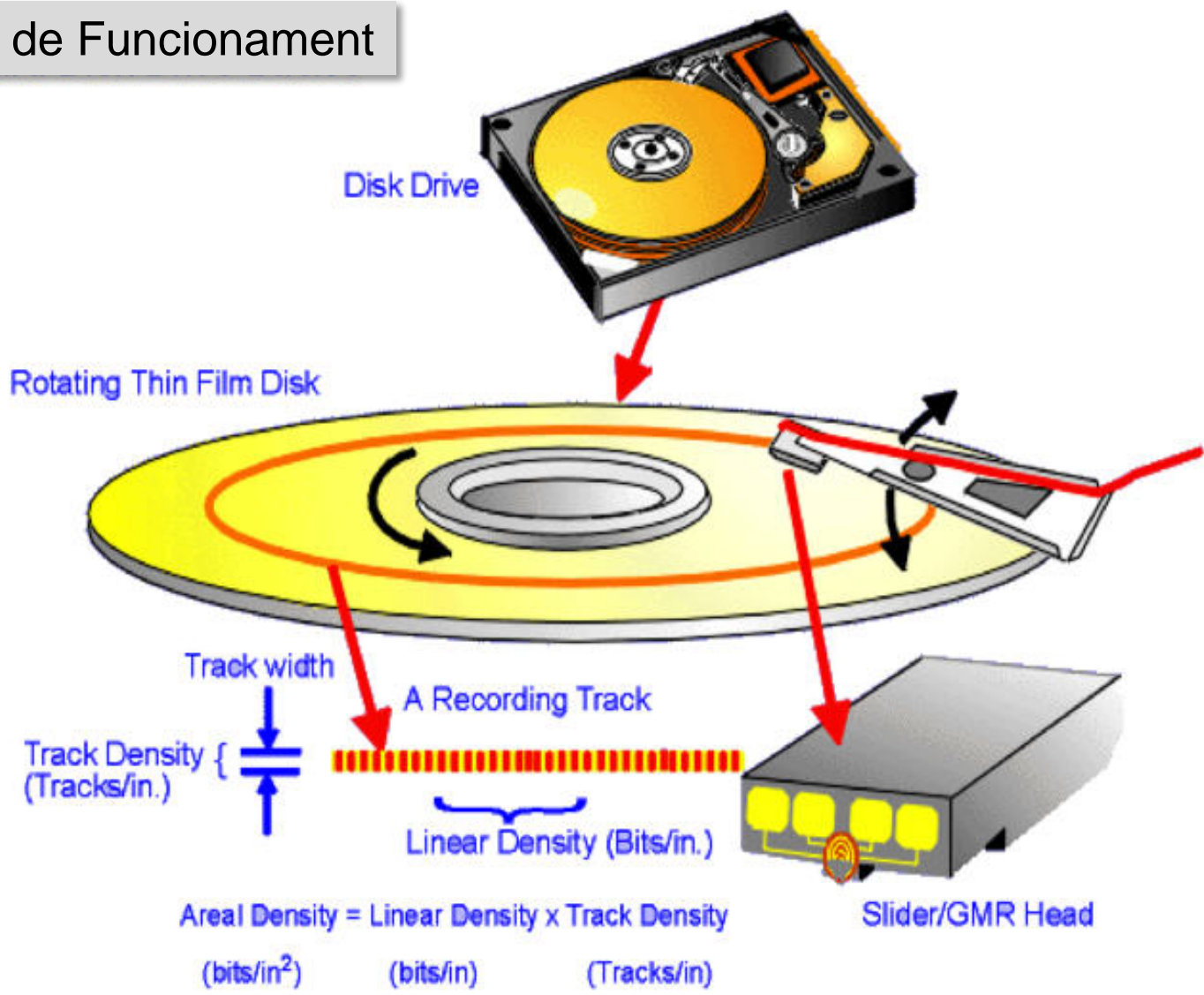
Magnetic Recording in Hard Disk Drives

Informació a Pistes Circulars

Domini magnètics en les dues orientacions

Canvis de flux magnètic

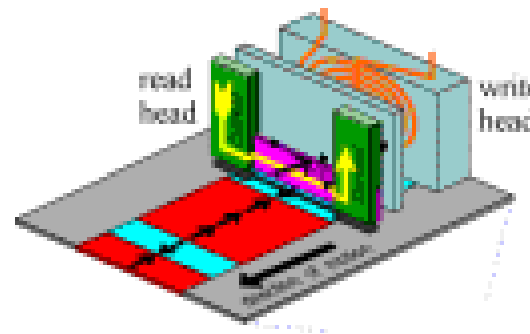
Principi de Funcionament



IBM Advanced Technology

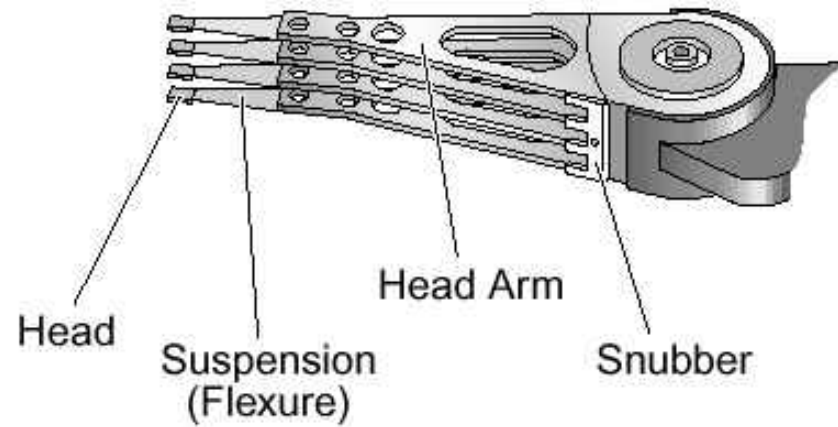
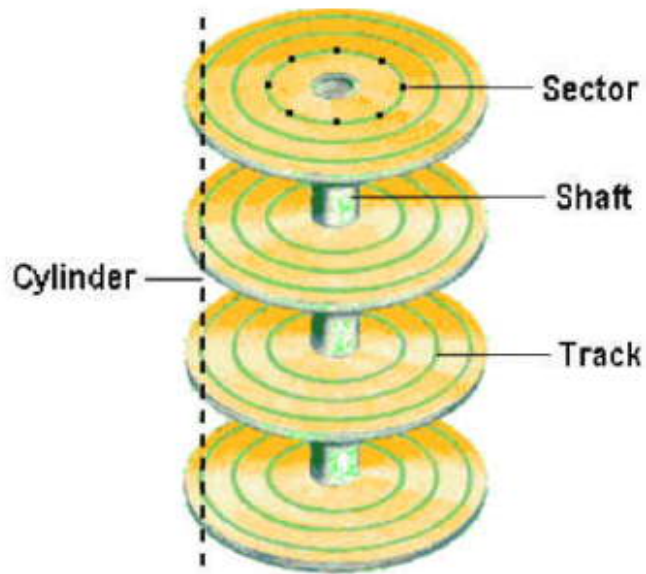
Principi de Funcionament

- Conjunt de plats(1-20). **2 cares** per reproducció/gravació
- Suportats per un **eix (spindle)** connectat a un **motor** que gira a **velocitat angular constant: CAV**
- Discs estan ubicats dins **caixa sellada** hermèticament.
- 2 capçals per plat, tots els capçals sempre **alineats** a la mateixa posició vertical.
 - Escriptura: Capçal d'anell
 - Lectura: Capçal MR



- Capçals col·locats sobre braços (**sliders**), amb suport vertical (**actuador**), que es mou accionat per un altre **motor**, fent desplaçar tots els capçals alhora.
- El capçal vola sobre el disc (Bernouilli) <100 nm. L'aire arrossegat pel gir dels discs fa enlairar el capçal

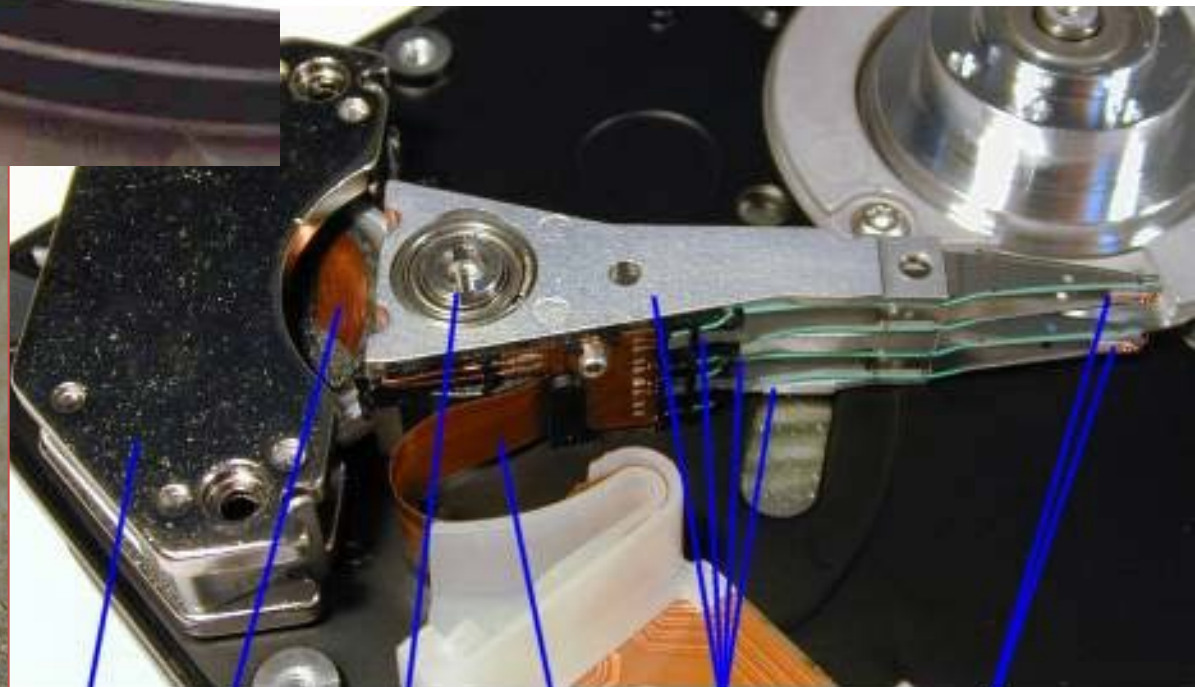
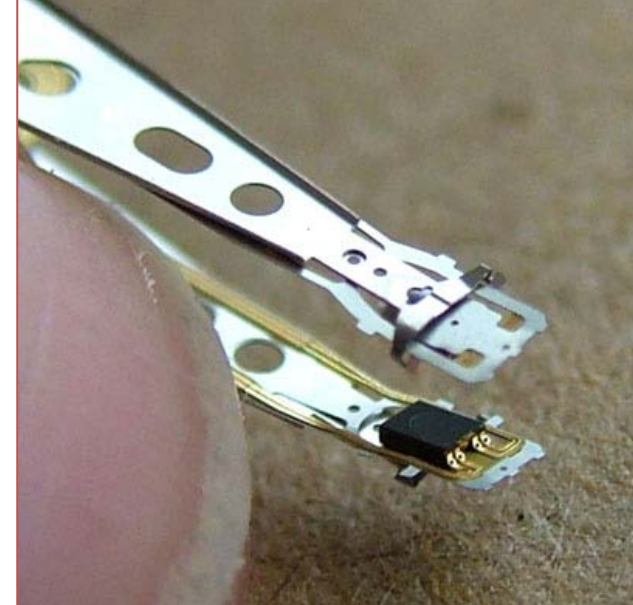
Principi de Funcionament



- Dades: **pistes concèntriques (tracks)** dividides en **sectors**
- Les pistes comencen a comptar des de l'exterior (pista 0).
- Sectors numerats des de 1, a partir de marca d'adreça magnètica (address mark) feta amb FORMAT,
- Al principi de cada sector: marca d'adreça: indica num. de pista i sector.

Principi de Funcionament

Plats i Braç



Actuador
Bobina de
l'actuador

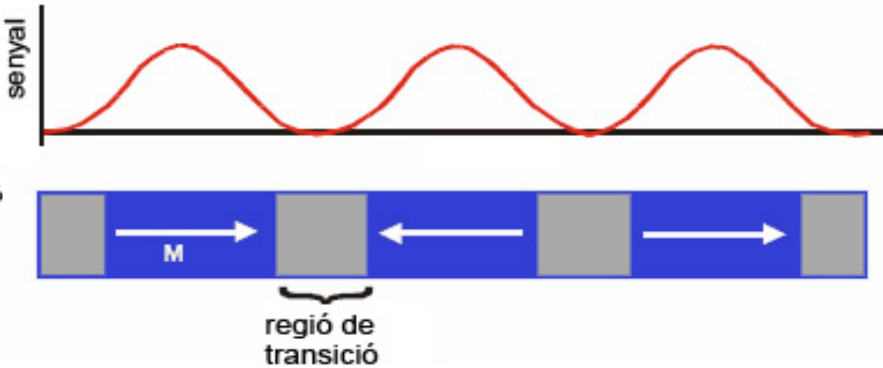
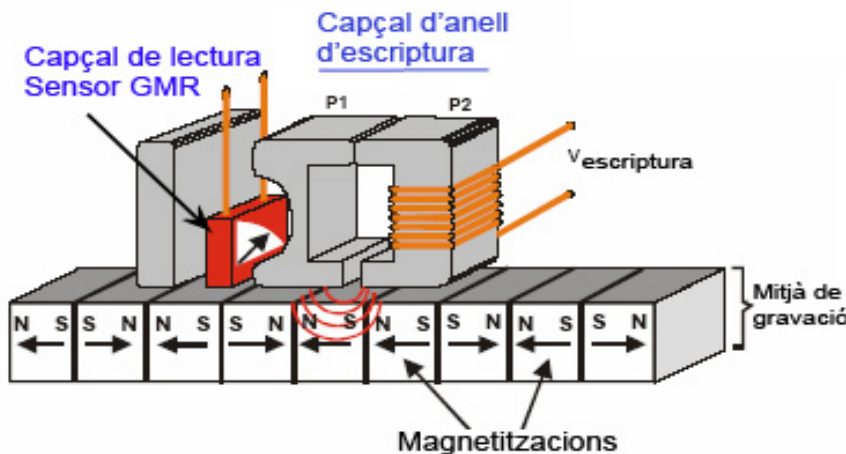
Eix

Braç del capçal
Connexió

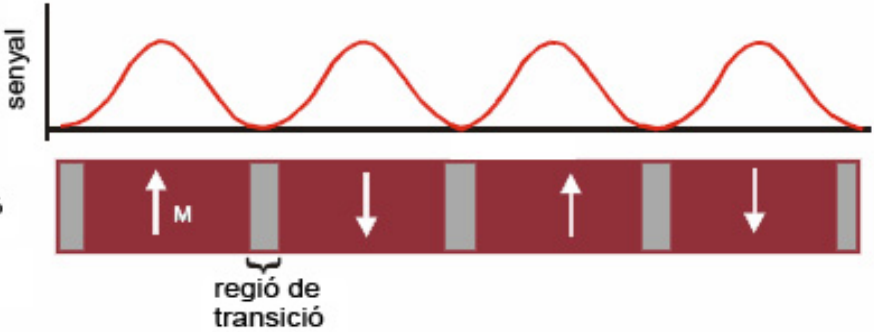
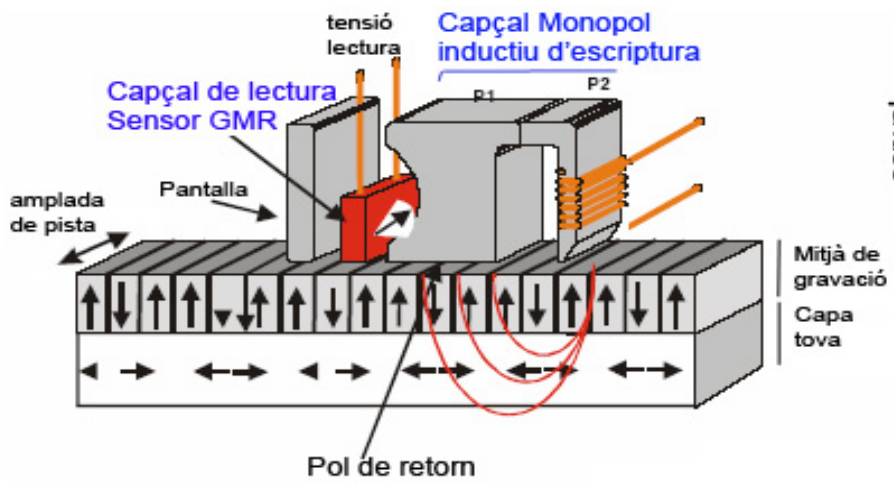
Capçals i "sliders"

Gravació Longitudinal vs. Transversal

GRAVACIÓ LONGITUDINAL



GRAVACIÓ TRANSVERSAL O PERPENDICULAR

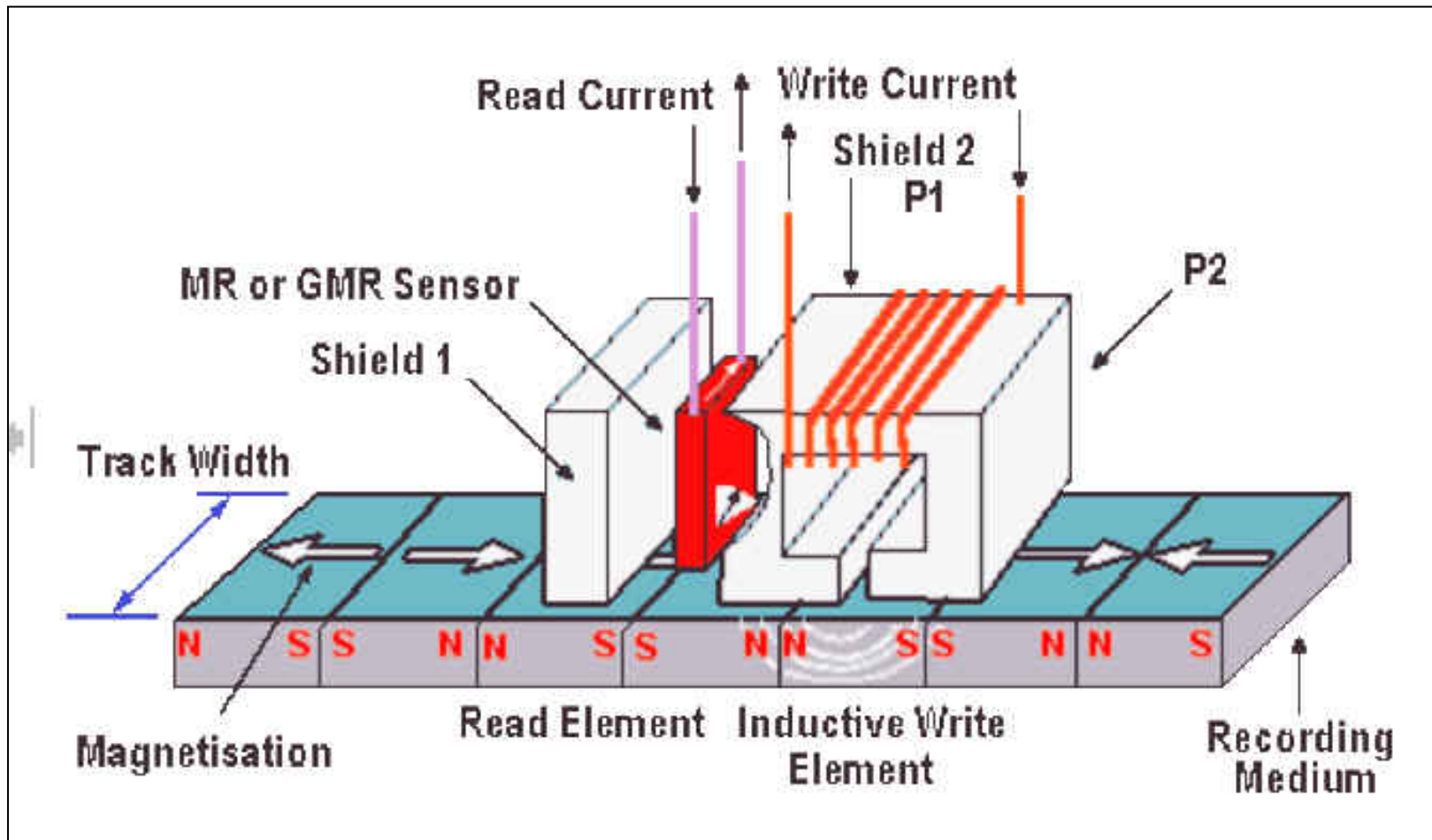


Retarda l'efecte superparamagnètic

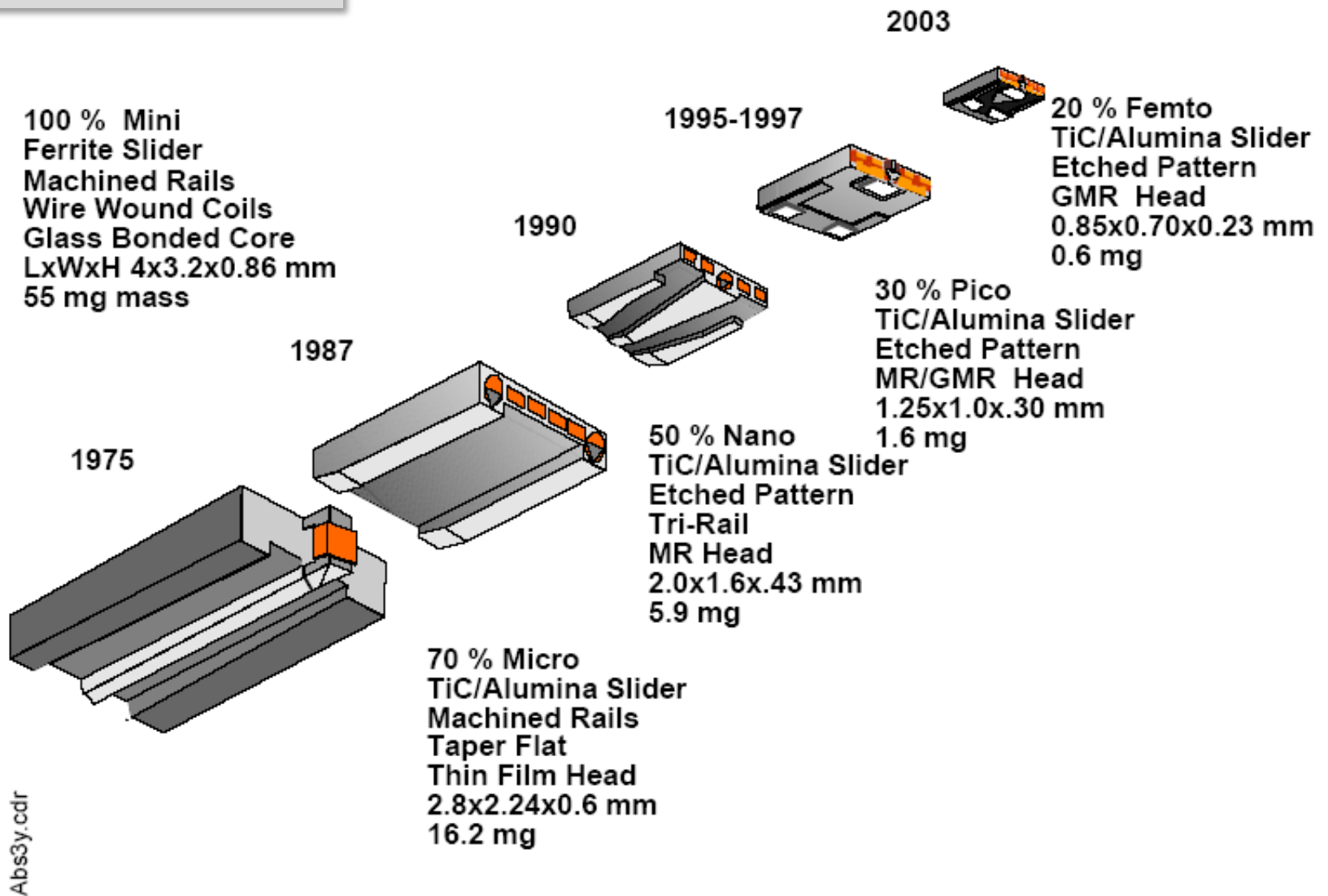
Capçal Magneto-Resistiu MR

- Basat en l'efecte Magnetoresistiu, descobert al 1988, present en metalls i aliatges ferromagnètics (Ni-Fe) que presenten una resistivitat anisotròpica en presència d'un camp magnètic.
- Aquesta anisotropia apareix com una diferència en la resistivitat, R , mesurada, quan el **corrent elèctric és paral·lel al moment magnètic**, respecte a la mesurada quan és perpendicular. Dit d'una altra manera els electrons de conducció es mouen més lliurement quan la seva direcció de moviment és paral·lela a l'orientació magnètica del material.
- El sensor MR es disposa en una capa. Al costat del sensor magnetoresistiu, MR, es disposa una capa "tova" adjacent SAL (soft adjacent layer), és una capa de material tipus permalloy no-magnetoresistiu. Quan circula un corrent elèctric per la capa MR i per la SAL es produeix un camp magnètic que circumda ambdós materials. La magnetització de la capa SAL produeix un camp magnètic transversal a la MR, que acoblat amb la magnetització romanent en el MR, forma una magnetització resultant a un angle de 45° .

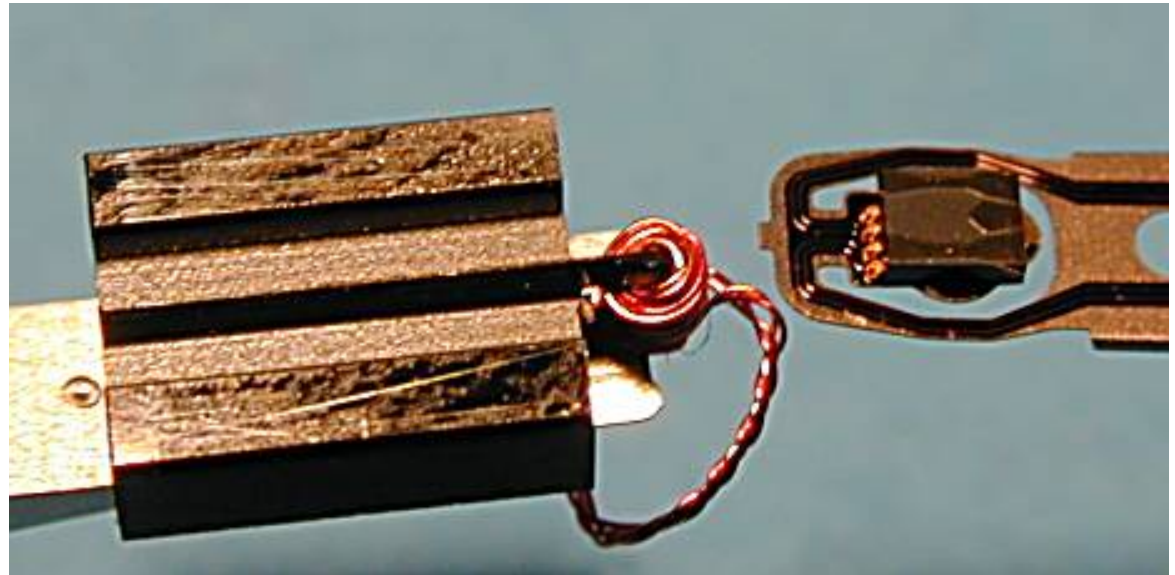
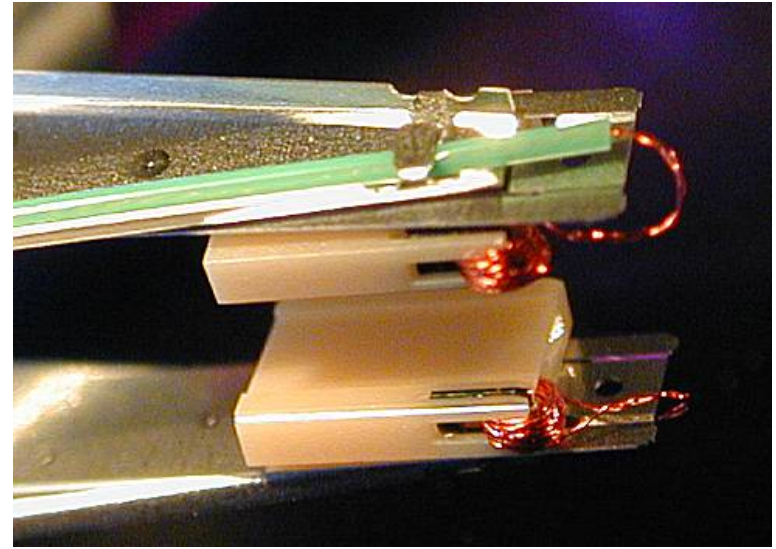
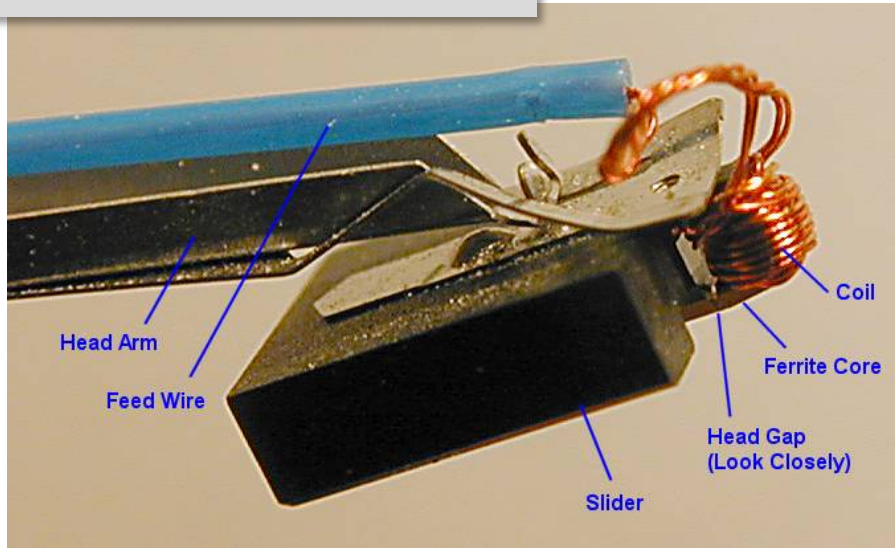
Capçal Integrat Escriptura/lectura (anell-MR/GMR)



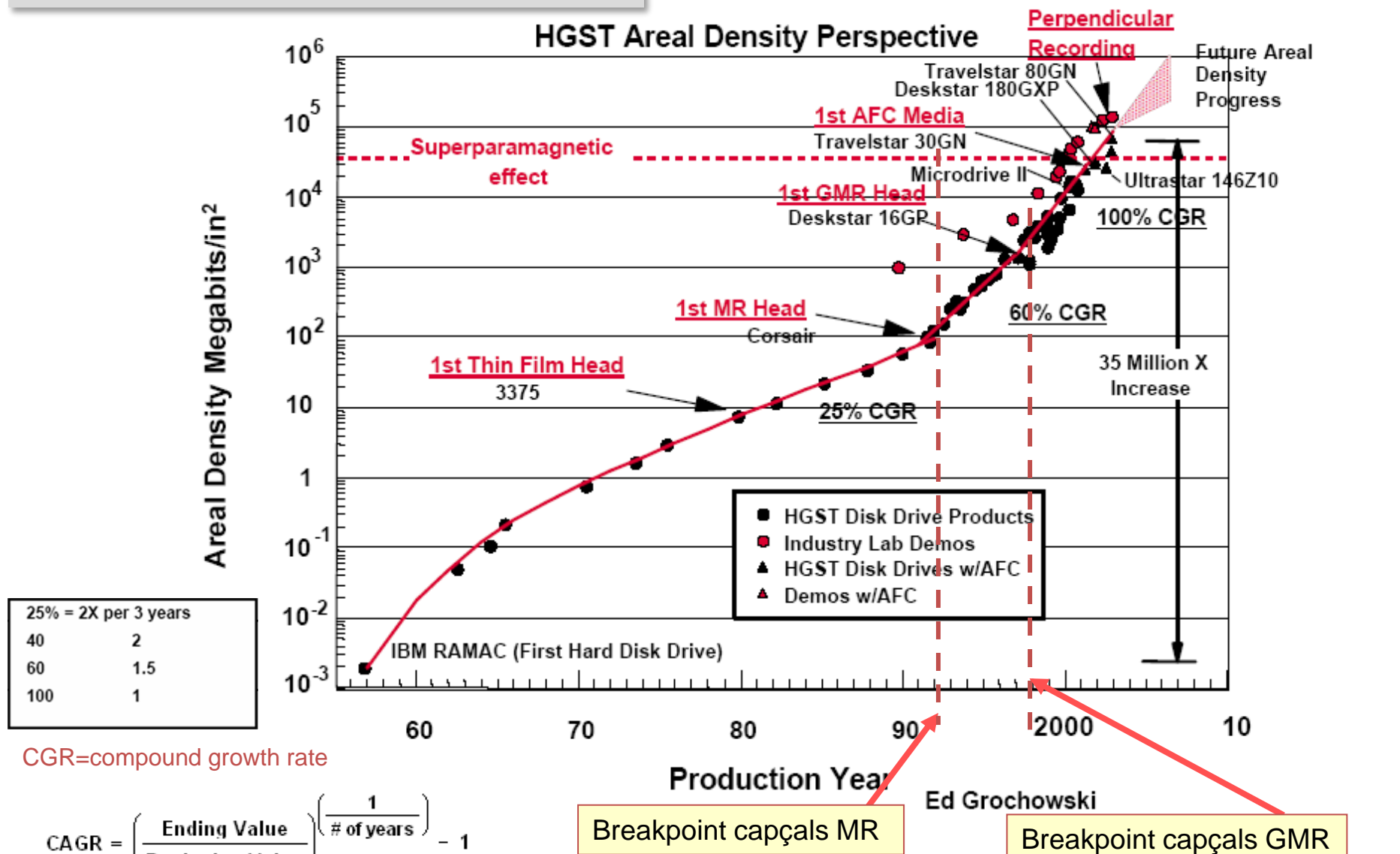
Evolució dels “Sliders”



Evolució dels "Sliders"



Evolució de la Densitat Superficial

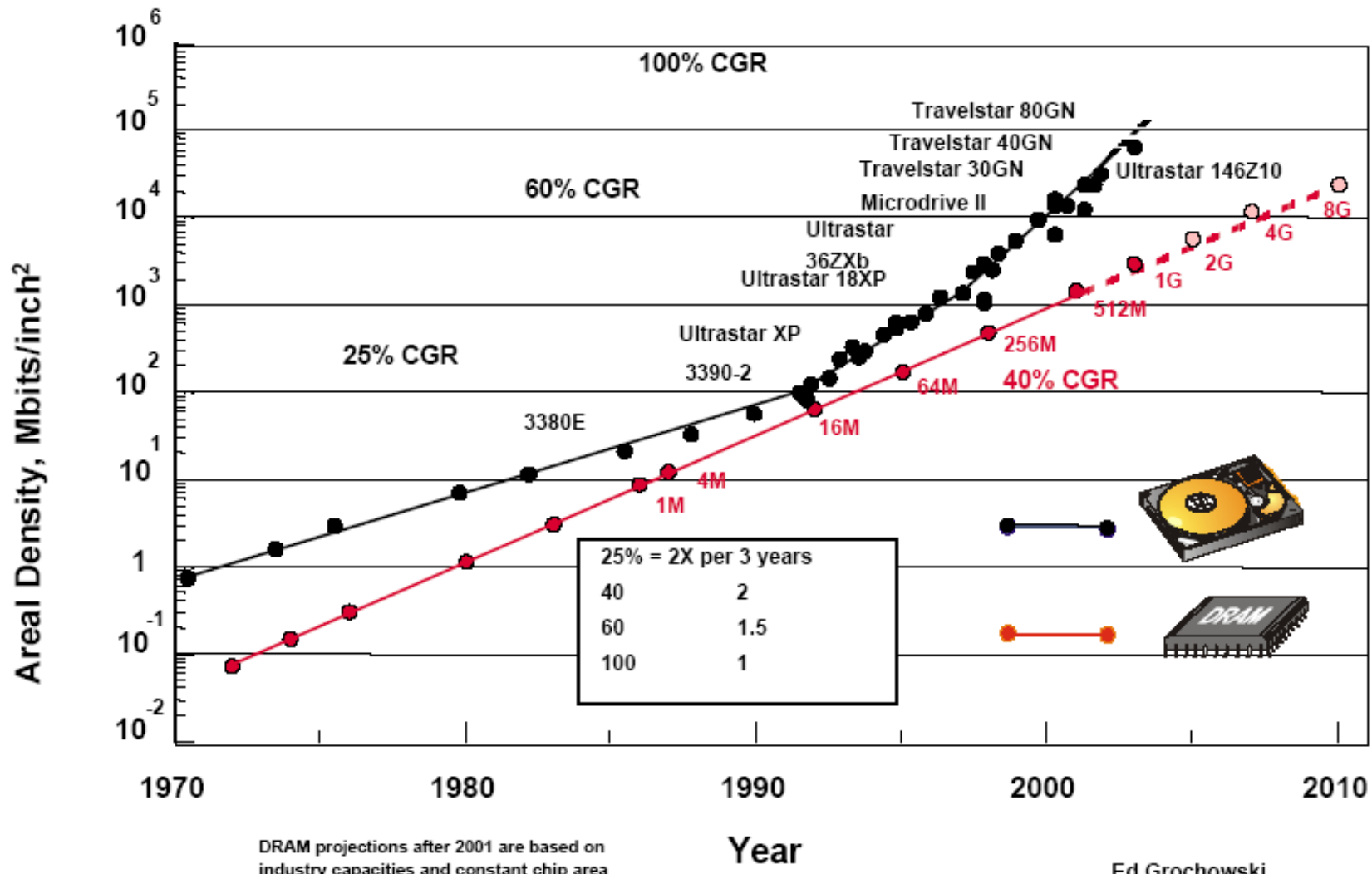


CGR=compound growth rate

$$CAGR = \left(\frac{\text{Ending Value}}{\text{Beginning Value}} \right)^{\left(\frac{1}{\# \text{ of years}} \right)} - 1$$

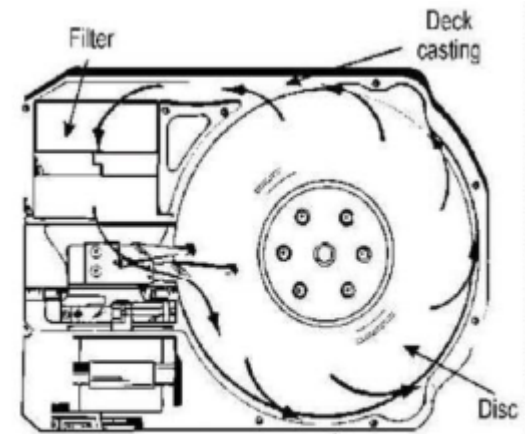
HD vs. DRAM

Areal Density of Magnetic HDD and DRAM

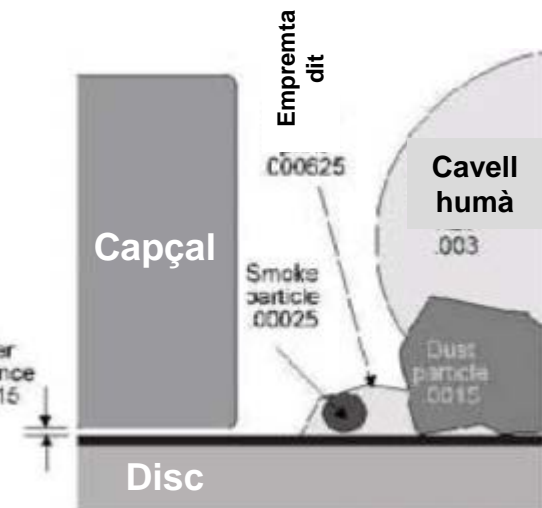


Capçal -Alçada de vol

- Quan l'eix gira provoca un corrent d'aire per viscositat.
- El capçal enganxat al suport (slider) que té una forma aerodinàmica i vola per efecte de l'aire desplaçat per la rotació del disc (efecte Bernoulli). Braç de suport amb suspensió.
- Rigidesa de suspensió variable: augmenta a l'exterior del disc on major velocitat d'aire, per tant s'eleva més.
- Distància de vol de 0.2-0.5 μm per capçals de capa fina.
- El disc no funcionaria al buit.
- L'alçada de vol depèn de la pressió d'aire, com més alta és més alt volen.
- Els fabricants solen indicar el marge d'altituds permès.
- L'aire de l'interior ha d'estar filtrat per evitar qualsevol partícula que seria més gran que la distància entre el capçal i la superfície.

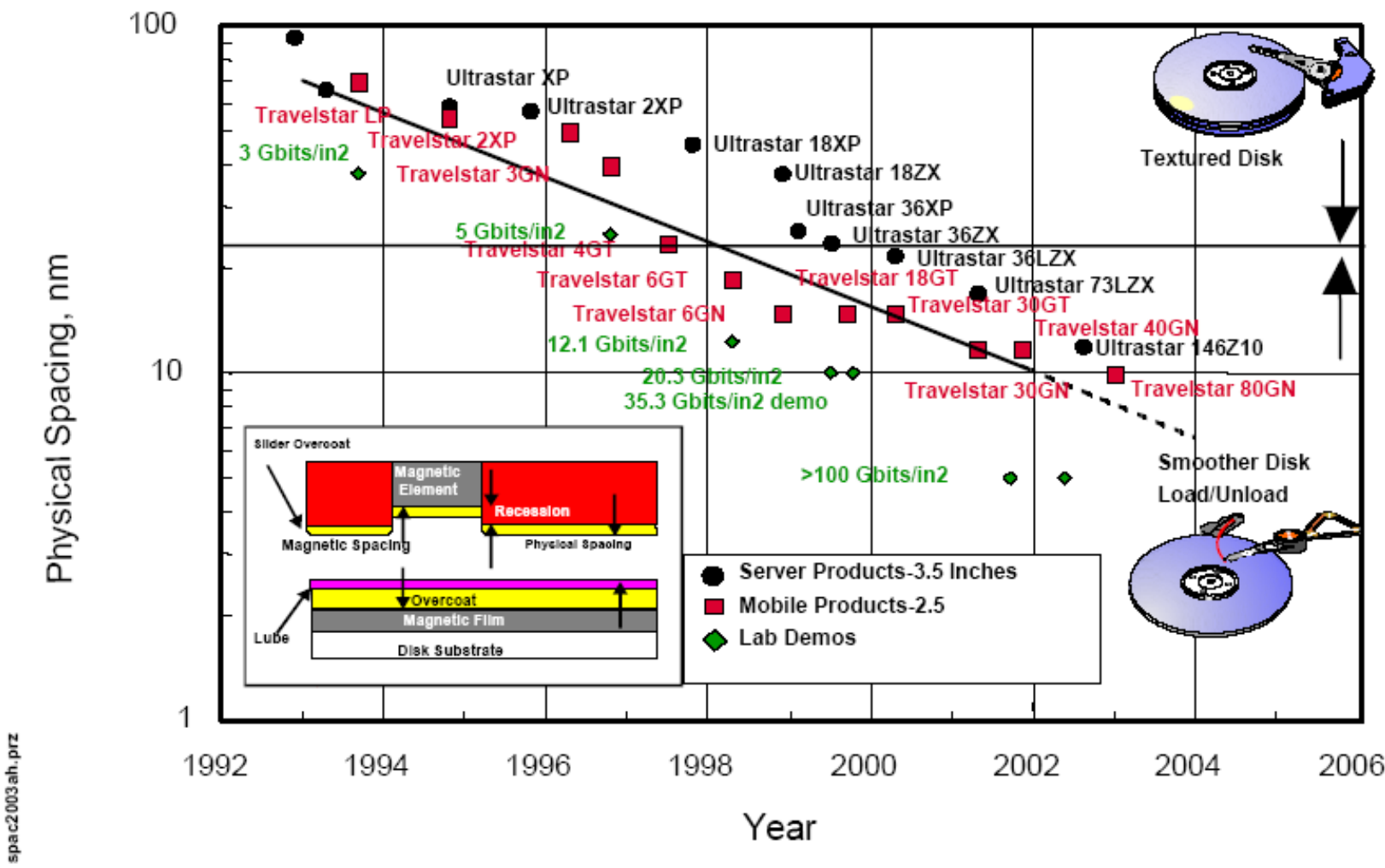


Airflow and filter system in Seagate ST-212



Capçal -Alçada de vol

Physical spacing and disk surface evolution

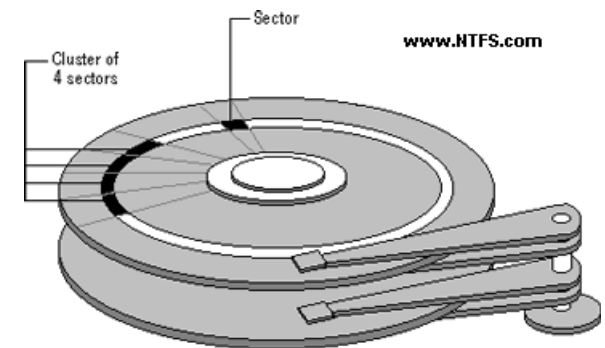
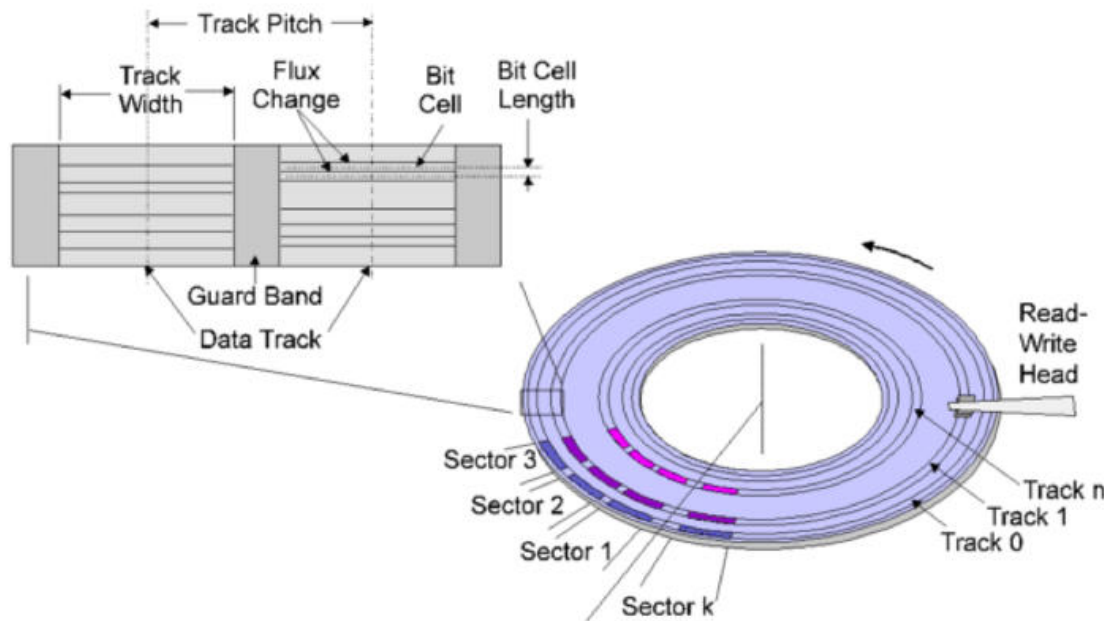


spac2003ah.prz

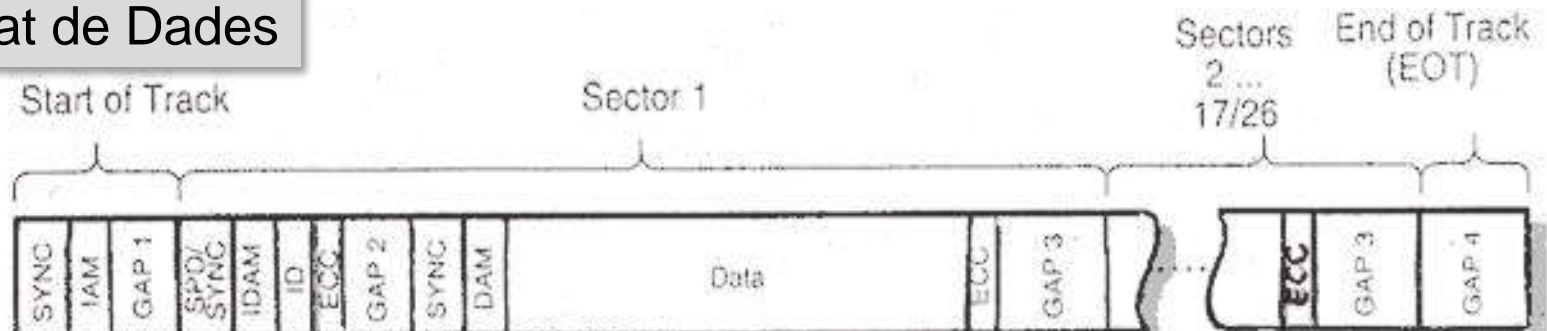
Ed Grochowski

Format de Dades

- El bloc de dades contingut en un sector és fix i sempre de **512 bytes**.
- Apart de dades un sector conté bytes addicionals de **sincronisme, ECC**.
- Alguns SO agrupen sectors en unitats lògiques anomenades **clusters**, 1 cluster sol contenir diversos sectors (max 32k).



Format de Dades



Inici de pista: 25 Bytes	SYNC: IAM: GAP:	11 B 2 B 12 B	00h a1h fch ffh	IAM (Index address mark) indica inici dels sectors
Sector 557 Bytes	SYNC: IDAM: ID: ECC: GAP2: SYNC: DAM: DATA: ECC: GAP3: GAP3:	10 B 2 B 4 B 4 B 5 B 11 B 2 B 512 B 4 B 3 B 17B	00h 5eh a1 h cil-head-sc-fl 00h 00h 5eh a1 h DATA 00h ffh	IDAM (Identification address mark) que a més d'indicar l'inici del camp d'identificació del sector (ID) li indica a la controladora l'inici de pista activant el senyal IDX DAM (data address mark) indica l'inici de l'àrea de dades del sector. Als camps ECC hi ha els bytes corresponents a la detecció i correcció d'errors.
EOT (Final de pista) 93 Bytes	GAP4	9B	00h	

Dades:512B TOTAL: 557 B+ part dels overheads de pista

Prestacions

Tasca del HD: emmagatzemar o subministrar dades de/al sistema tant ràpid com sigui possible.

Especificacions solen donar més importància a la mètrica d'accés i posicionament que la de transferència, la importància d'un paràmetre o un altre depèn de l'aplicació:

- **SERVIDOR:** molt accés aleatori. Prestacions de posicionament són importants
- **MULTIMÈDIA:** llegeix fitxers grans consecutius, més important la transferència

Posicionament – Ritme de transferència

- *Benchmarking:* procés d'avaluació i comparació de prestacions, molt dependent, però, de com s'aplica i de l'entorn

Prestacions: Parametrització

Temps promig de posicionament aleatori

1. **Temps d'overhead: (t_o).** Inici de l'operació. Protocol, comandes del procés, canal, controlador,.. $t_o \sim 1 \text{ ms}$ (cal disminuir-lo)
2. **Temps de busca (Seek time, t_{sk}).** Moure l'actuador a pista desitjada. En promig, temps que tarda en travessar 1/3 de les pistes del disc.
Massa de l'act, dist a moure, calor $t_{sk} \sim 5\text{-}10 \text{ ms}$
3. **Temps de latència (t_l).** Temps que tarda el disc en fer 1/2 volta, en promig el sector desitjat estarà a 180E de la posició del capçal. Velocitat
 $t_l \sim 2 \text{ (15000 rpm) ms}$

2+3 = temps d'accés
4. **Path contention: (t_{pc}).** Disc llest per transferir. Buffer
5. **Temps de transferència de dades: (t_{td}).** Temps que tarda físicament en transferir les dades: $t_{td} \sim 1 \text{ ms}$

Prestacions:
Parametrització

Especificacions del:
HITACHI
Deskstar 7K1000. 1TB

Model(s)		HDS721075KLA330 HDS721010KLA330	
Interface	Serial ATA 3.0 Gb/s		
Capacity ¹	750 GB	1 TB	
Sector size	512 bytes		
Disks/heads	4/8	5/10	
Performance			
Data buffer ²	32 MB		
Rotational speed	7200 RPM		
Media transfer rate (max)	1070 Mb/s		
Interface transfer rate (max)	300 MB/s		
Latency	4.17 ms (average, 7200 RPM)		
Seek time ³	8.5 ms read (typical), 9.2 ms write (typical)		
Silent-seek time ³	14 ms read (typical), 15 ms write (typical)		
Reliability			
Error rate (non-recoverable)	1 per 1.0 E15 bits transferred		
Load/unload cycles (at 40°C)	50,000		
Warranty	3 years		
Power			
Supply	+5 VDC (+/- 5%), +12 VDC (+10% / -8%)		
Start up current (max)	2.0 A (+12V), 1.2 A (+5V)		
Random read/write (average)	12.8 W	13.6 W	
Silent read/write (average)	9.9 W	10.8 W	
Idle (average)	8.1 W	9.0 W	
Unload idle	6.4 W	6.9 W	
Low RPM idle	4.3 W	4.5 W	
Acoustics (A-weighted sound power)			
Idle	2.9 bels (typical)		
Silent seek, Seek	3.0 bels (typical), 3.2 bels (typical)		
Physical			
Dimensions	H (26.1 mm) x W (101.6 mm) x D (147 mm)		
Weight (max)	700 g		
Environmental			
Temperature	5 to 60 °C operating, -40 to 70 °C non-operating		
Relative humidity (non-condensing)	8 to 90% operating, 5 to 95% non-operating		
Shock (half sine wave)	70 G/2 ms pulse operating, 300 G/1 ms pulse non-operating		
Vibration (random) (RMS)	0.67 G horizontal, 0.56 G vertical operating, 1.04 G XYZ non-operating		
RoHS ⁴ compliant	yes		

Formateig

Formateig a baix nivell

- Fet a fàbrica. Estableix les pistes i sectors als plats. Punts d'inici i final de sector
- No recomanable canviar-lo en discs moderns.
- Taula de sectors defectuosos (Defect Mapping) guardada al mateix disc

Formateig a alt nivell

- Escriu les estructures del sistema de fitxers al disc (*file system*), que permeten guardar-hi dades
- Escriu el *Master Boot Record* (DOS) i la FAT
- Es fa després d'establir les particions
- No esborra les dades però fa impossible trobar-les, doncs esborra la FAT

Controladora

controladora	connexió	# pins	Ritme transfer
IDE/pATA	Paral·lel	40	133 MB/s
sATA	Sèrie	7	300 MB/s
SCSI	Paral·lel	50	320 MB/s
SAS (serial SCSI)	Sèrie	7	300 MB/s

