



Tecnologies de la informació: els nous materials per a les memòries del futur



Gervasi Herranz

Institut de Ciència de Materials
de Barcelona, ICMAB-CSIC,
Bellaterra,



Gervasi Herranz. Institut d'Estudis Catalans. 15 d'octubre 2008

1

Física i societat

- “Oh, la física” ... (... ☹)
- Percepció de la física convencional:
 - Màgia, misteri (*no hi ha explicació*).
 - Acumulació de fets i receptes (*què, on, quan, però no per què o com*).
 - Noms (*memorització d'informació*).

PERÒ.....

Gervasi Herranz. Institut d'Estudis Catalans. 15 d'octubre 2008

2

Com la nanociència afecta la nostra vida!!

shipments of HD for consumer's electronics:

- 15% in 2004 → 40% in 2008
- ~15 HDs / household in 2010
(from Hitachi GST)



Apple iPod

DVD RW + hard disk (PHILIPS)



ultra laptop (SONY VAIO)



cell phone with HD (Samsung)



Toshiba 0.85-inch HD (~ 20 mm!)
→ camera
→ mobile phone

Esquema

Tecnologies de la informació avui en dia

- Emmagatzematge de dades (suport magnètic)
- Transport de dades: comunicacions òptiques

Elements d'emmagatzematge de dades:

- Discs durs
- Memòries RAM (CPU, SRAM, DRAM)
- Memòries ROM (Flash)

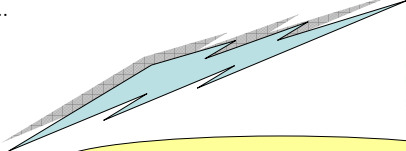
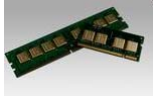
Tendències actuals

- Discs durs
 - Nous suports magnètics
 - Capçals de lectura (GMR, TMR)
- Memòries no-volàtils:
 - MRAM (magnètiques); FeRAM (ferroelèctriques); PCRAM (canvi de fase); ReRAM (resistives)

Tecnologies de la Informació

Emmagatzematge de dades

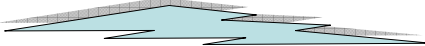
Discs durs
Memòries RAM, Flash, ...



Transport de dades, Comunicació



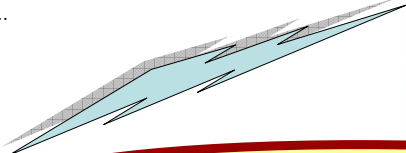
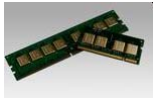
Computació/Processament de dades CPU, μ processadors



Tecnologies de la Informació

Emmagatzematge de dades

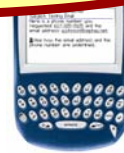
Discs durs
Memòries RAM, Flash, ...



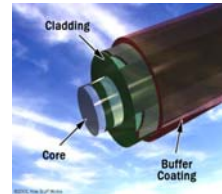
Transport de dades, Comunicació



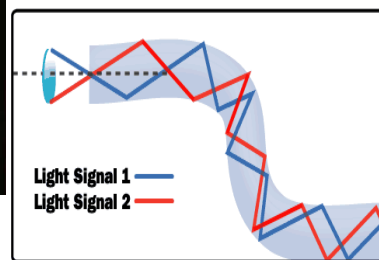
Computació/Processament de dades CPU, μ processadors



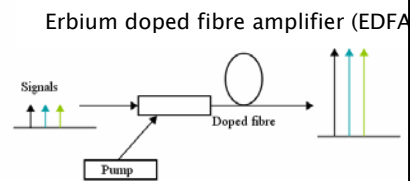
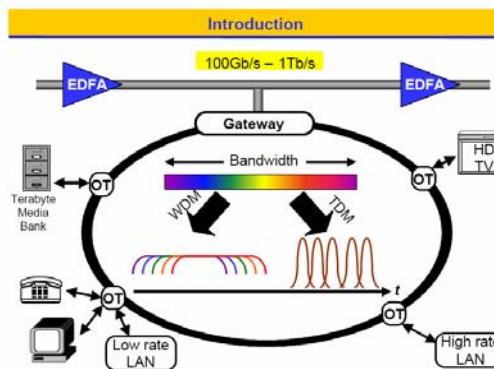
Fibres Òptiques



Lleis de l'Òptica!!



Fibres Òptiques

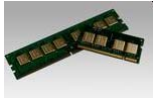


- Atenuació més baixa de la intensitat → bandes a longituds d'ona a 1.3 μm i 1.55 μm ;
- Ample de Banda més gran → altes freqüències de transmissió de dades, alta velocitat
- Baix cost de les fibres

Tecnologies de la Informació

Emmagatzematge de dades

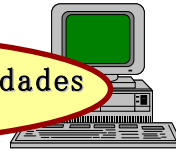
Discs durs
Memòries RAM, Flash, ...



Transport de dades, Comunicació



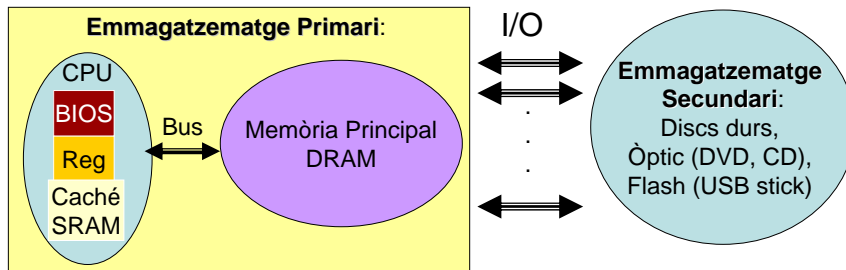
Computació/Processament de dades CPU, μ processadors



Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

9

Arquitectura PC: jerarquia de memòries



	Reg	SRAM	DRAM	Discs durs
Temps accés (ns):	0.5ns	6ns	100ns	10.000.000ns
Capacitat (MB):	0.0005	1-4	100-1.000	100.000-500.000
Cost (\$/MB):	—	\$10	\$0.1	\$0.002

Emmagatzematge Primari:

Emmagatzematge Volàtil
Accés Ultra-ràpid
Petit volum de dades
Alt cost



Emmagatzematge Secundari:

Emmagatzematge No-Volàtil
Accés Lent
Gran volum de dades
Baix cost

Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

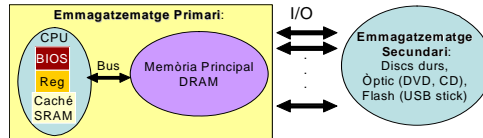
10

Futur tecnològic de les memòries



SANT GRIAL

Emmagatzematge No-Volàtil
Accés Ràpid
Gran volum de dades
Baix cost



DENSITAT DE DADES

Accés ràpid a emmagatzematge massiu de dades

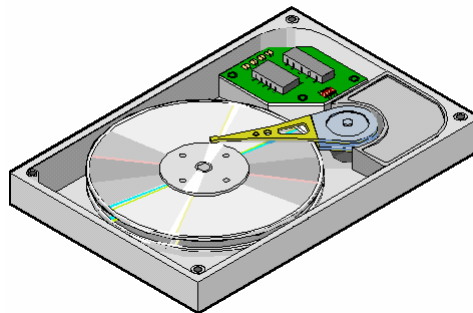
MEMÒRIES NO-VOLÀTILS

Menor consum de potència
Inici instantani PCs i altres aparells electrònics

NANOCIÈNCIA ⇒ AVANTAGES (xips de memòria + discs durs)

Augment de la densitat de dades:

Discs Durs



Un disc dur

IBM Ultrastar 36ZX



Capçal de lectura



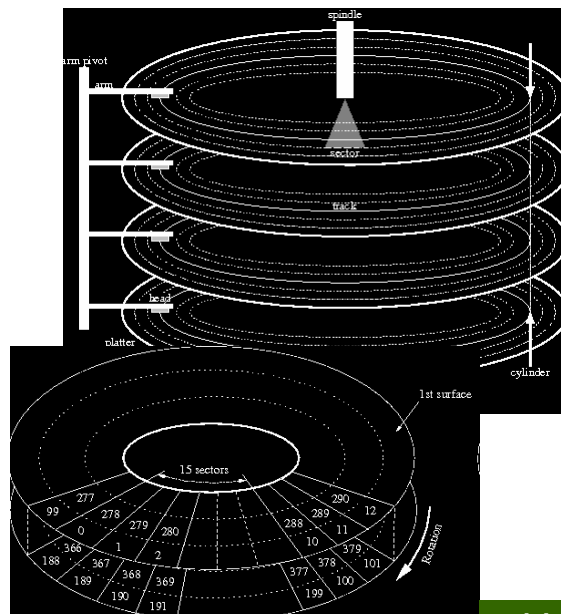
- Vista de dalt d'un disc de 36 GB, 10,000 RPM, IBM SCSI
- 10 plàteres apilades

Gervasi Herranz. Institut d'Estudis Catalans. 15 d'octubre 2008

13

Disc dur: organització de dades

- Accés directe a les dades (capçal de lectura)
- Emmagatzematge no-volàtil, gran capacitat, barat, lent
- Tecnologia
 - Safates rotatòries recobertes d'una superfície magnètica
 - Cada safata es divideix en pistes: cercles concèntrics
 - Cada pista en sectors: unitat més petita que pot ésser llegida o escrita

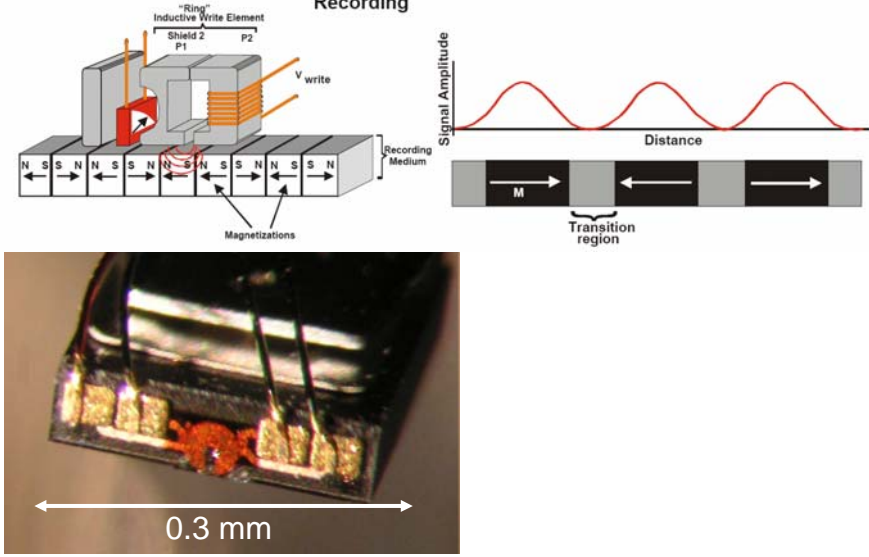


Gervasi Herranz. Institut d'Estudis Catalans. 15 d'octubre 2008

14

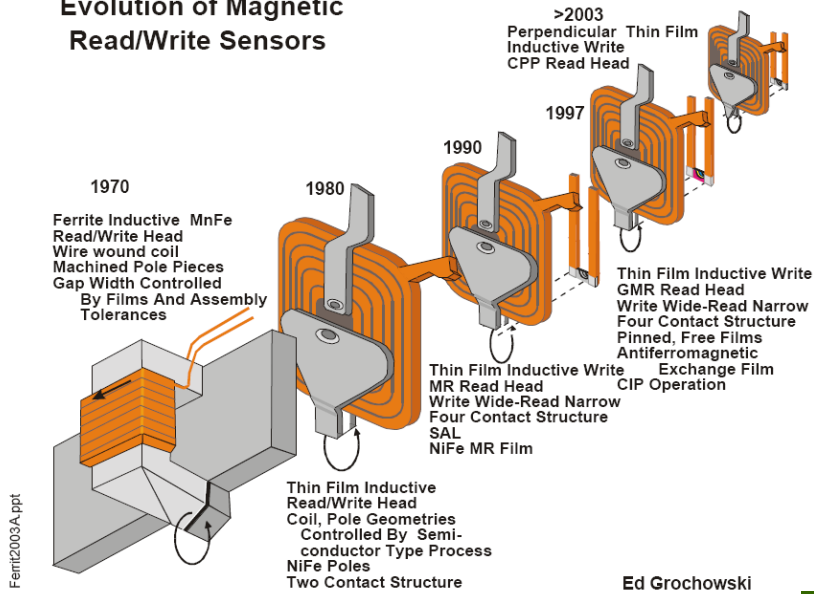
Capçals de lectura

Longitudinal Recording

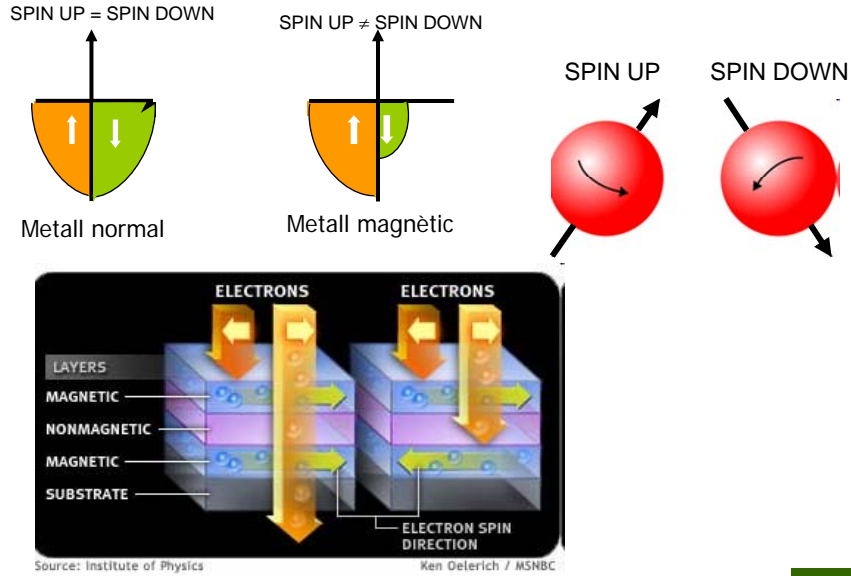


Capçals de lectura: evolució

Evolution of Magnetic Read/Write Sensors



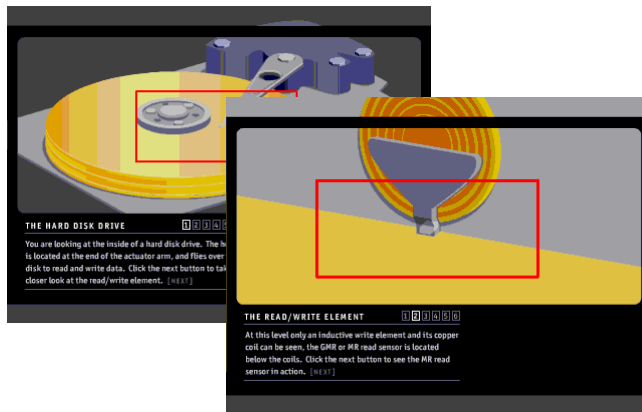
Electrònica de spin



Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

17

Capçals de lectura de discs durs



Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

18

Capçals de lectura de discs durs: GMR

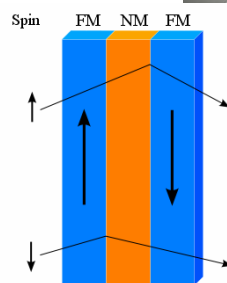
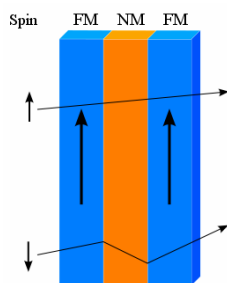
GMR (Giant Magnetoresistance)

<http://www.research.ibm.com/research/demos/gmr/index.html>

Magneto-resistència Gegant

PREMIS NOBEL 2007

GIANT MAGNETORESISTANCE (GMR)

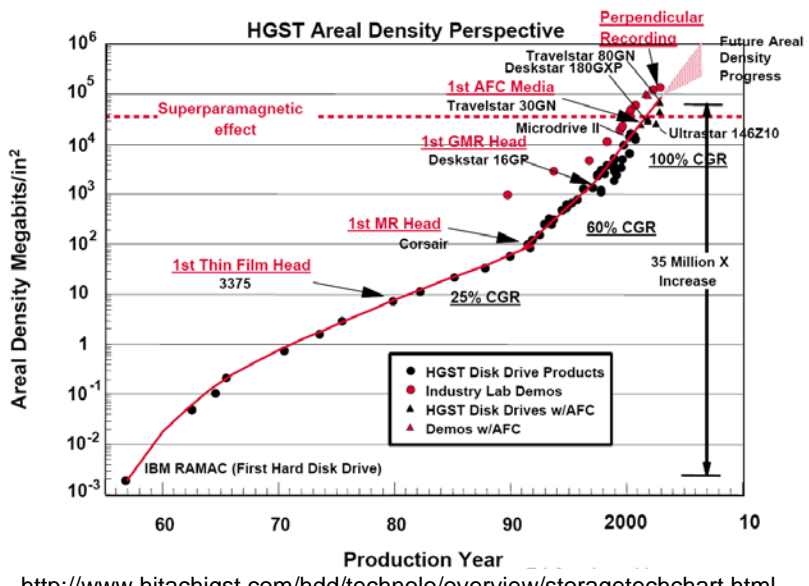


Albert Fert
Unité Mixte de
Physique CNRS
THALES
(France)



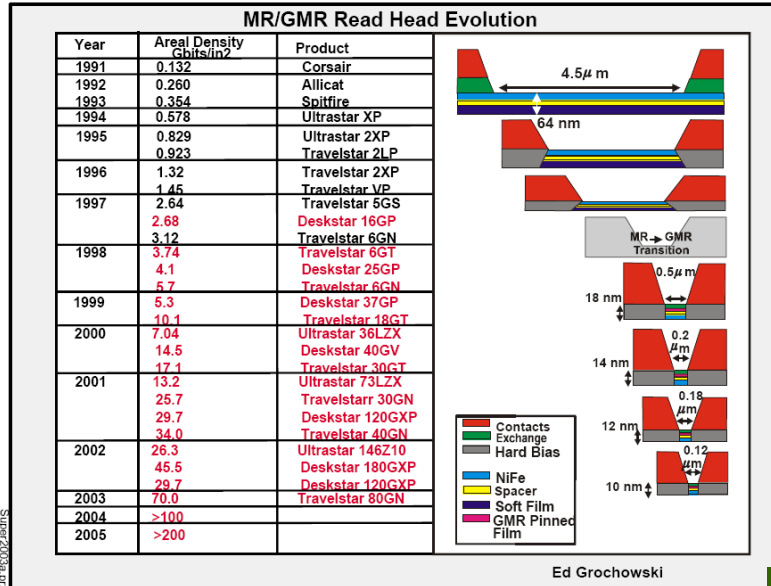
Peter Grünberg
Forschungszentrum
Jülich (Germany)

Evolució dels discs durs

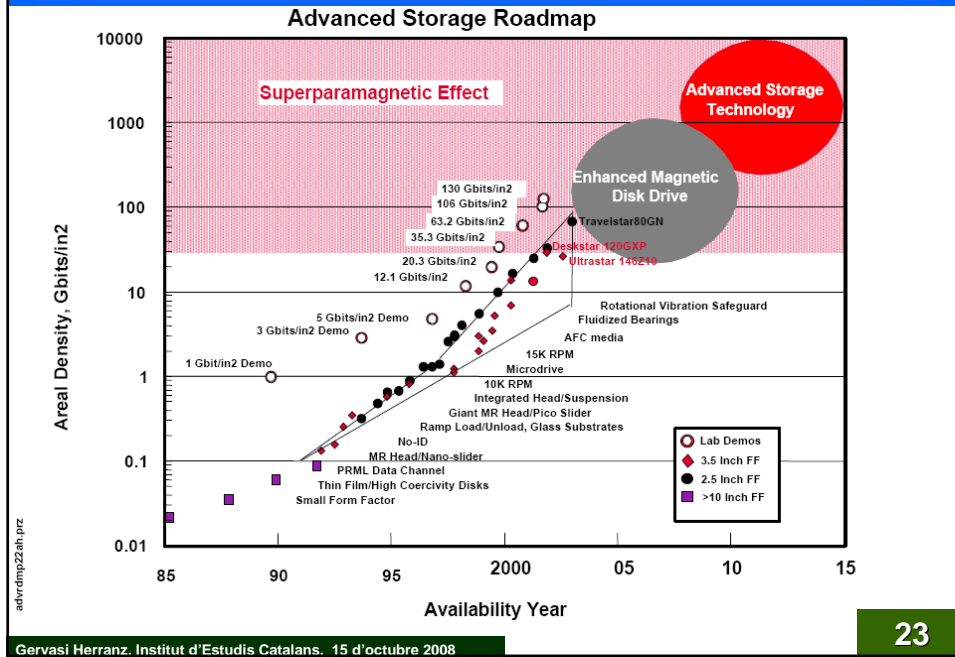


<http://www.hitachigst.com/hdd/technolo/overview/storagegetechchart.html>

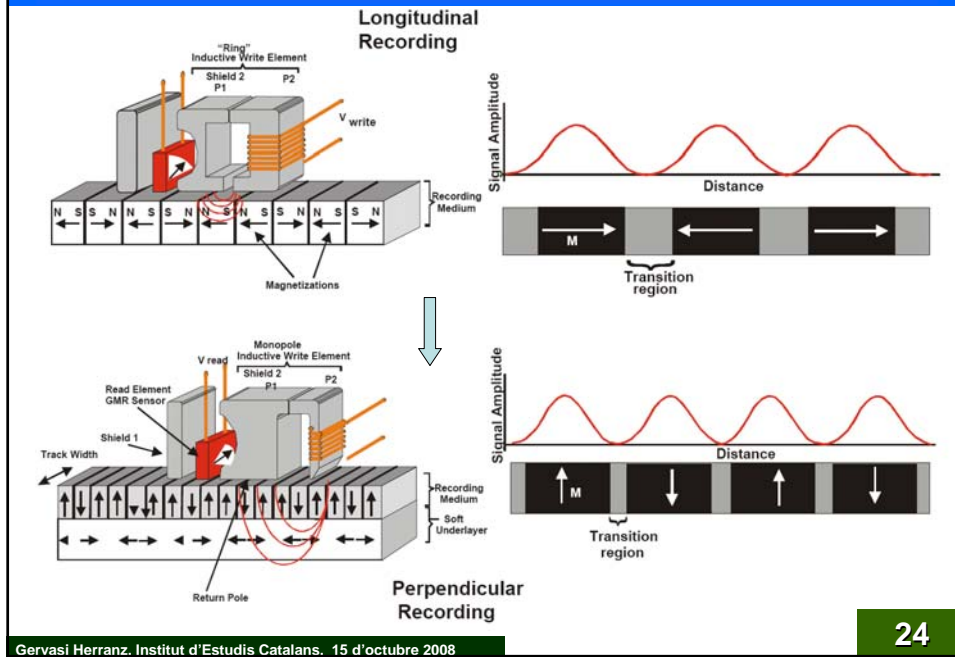
Evolució dels capçals



Evolució de la capacitat

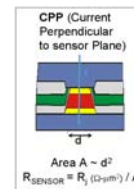
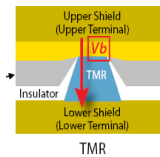
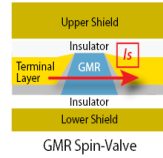
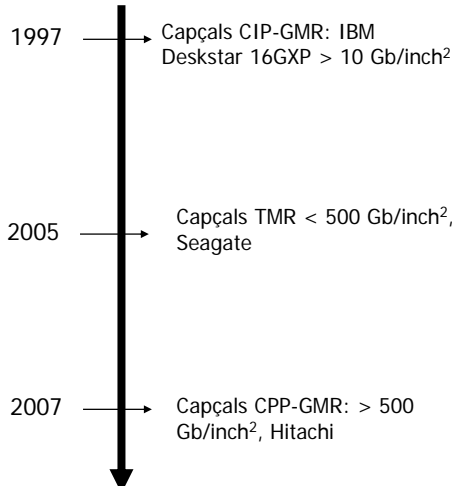


Emmagatzematge perpendicular



Resum capçals

Capçals de lectura



100 nm

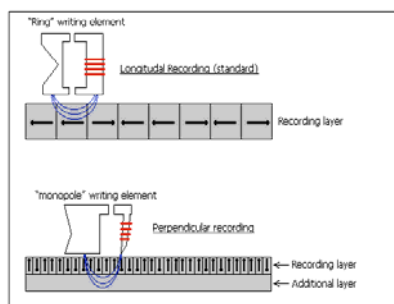
10 nm

Un terabyte pot desar prop d'un milió de llibres, o 250 hores de vídeo d'alta definició, o 250.000 cançons.

Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

25

Resum emmagatzematge discos



Emmagatzematge Magnètic Longitudinal (100 – 200 Gb/inch²)

LÍMIT SUPERPARAMAGNÈTIC

Emmagatzematge Magnètic Perpendicular (< 300 Gb/inch²)



Discs durs, iPods, MP3

Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

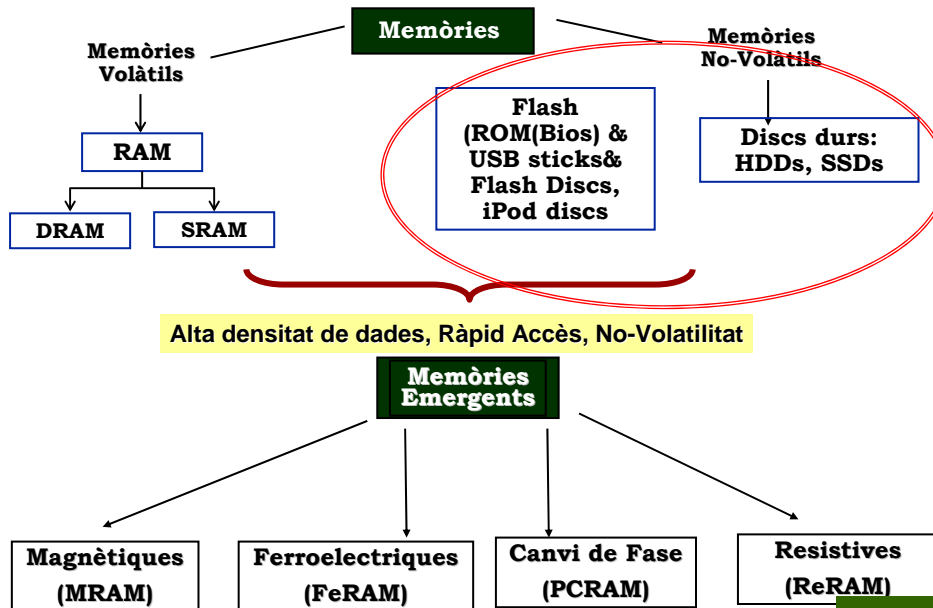
26

Memòries no-volàtils

FeRAM, MRAM, PCRAM, ReRAM



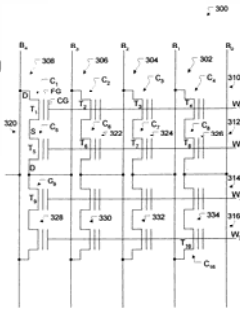
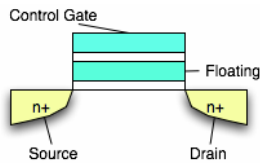
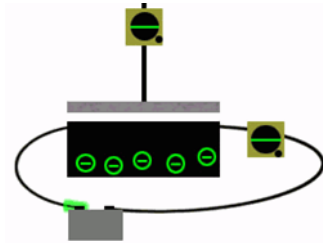
Tipus de memòria



Tecnologia Flash Memory

EEPROM, Flash Memories

Memoria no volàtil en dispositius electrònics: PCs, mòviles, etc.



Discs durs Flash Memory



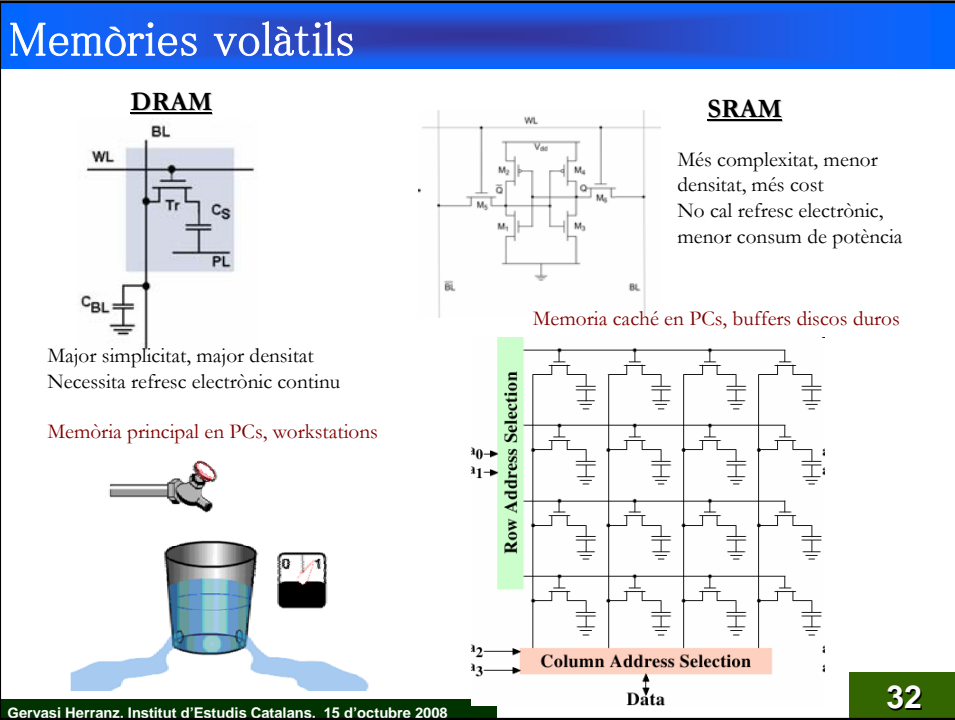
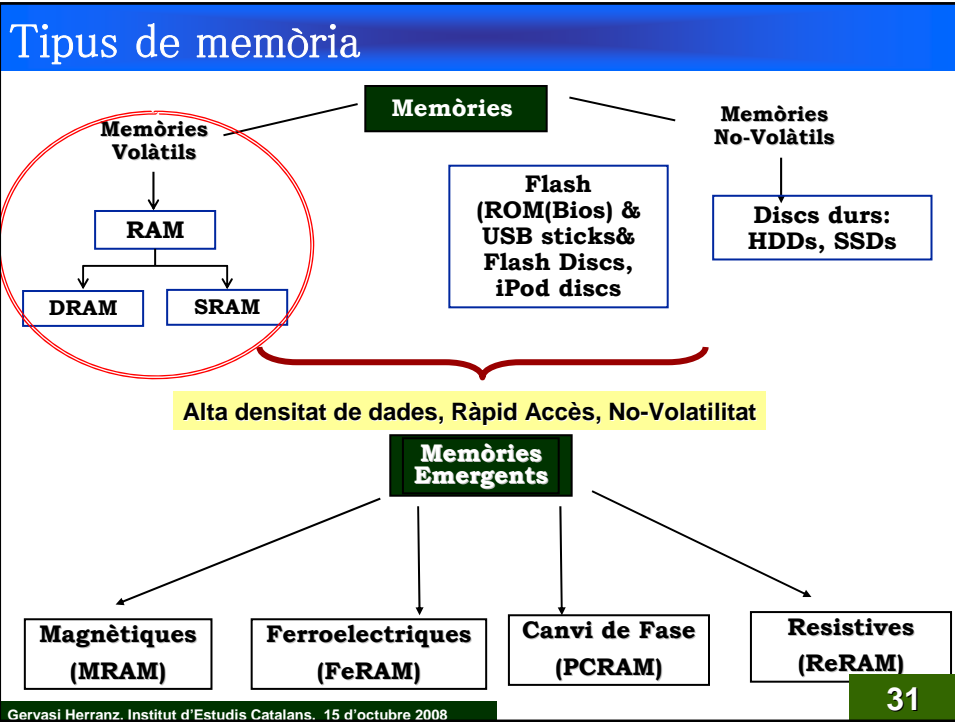
Discs durs convencionals (HDD) vs. Discs estat sòlid (SSD)

Accés molt més ràpid (SSD)
Menor temps d'inici, absència de parts rotatòries (SSD)
Més robust (SSD)

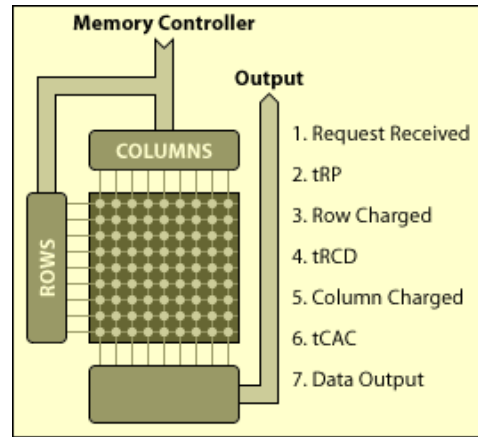
SSD és més car (2-3 \$/Gbyte) que HDD (0.2 \$/Gbyte)
SSD solen tenir menys capacitat (~ 0.1 Tbyte) enfront HDD (~ 1 Tbyte)
Resistència (*endurance*) a cicles lectura/escriptura limitat en SSDs

143,600 (1er quart 2007) → 24 milions Notebooks (1er quart 2007)

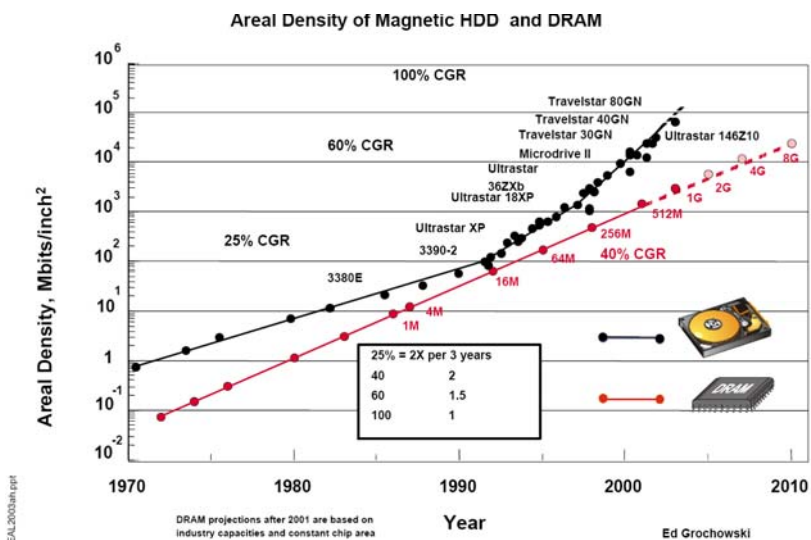
SSD esdevenen populars en el mercat de notebooks, [Ultra-Mobile PCs](#) i [Tablet PCs](#)



Arquitectura de memòries



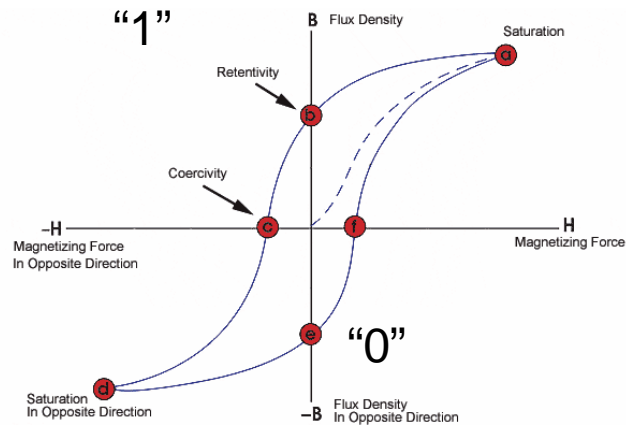
Històric de la densitat de dades



Memòries no-volàtils amb alta densitat de dades i accés ràpid

Què necessitem? Materials Magnètics

Cicle d'histèresi magnètic

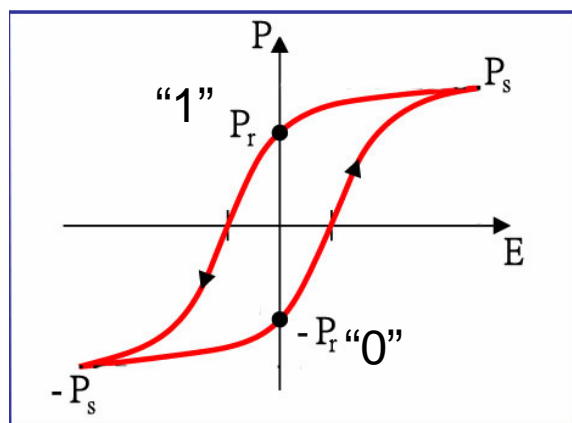


Gervasi Herranz. Institut d'Estudis Catalans. 15 d'octubre 2008

35

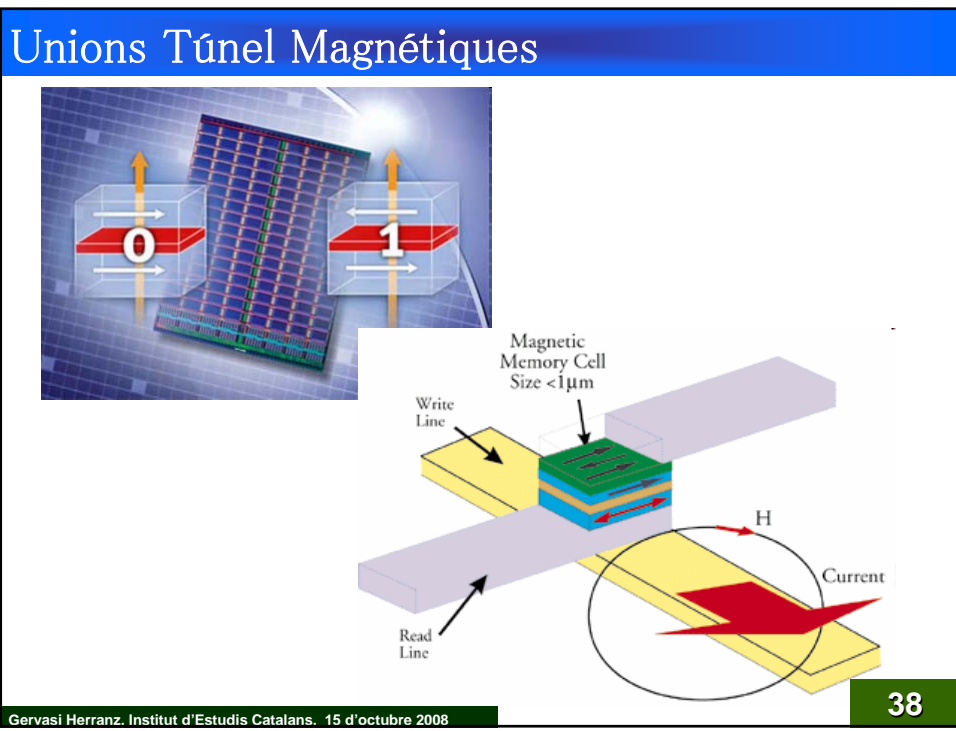
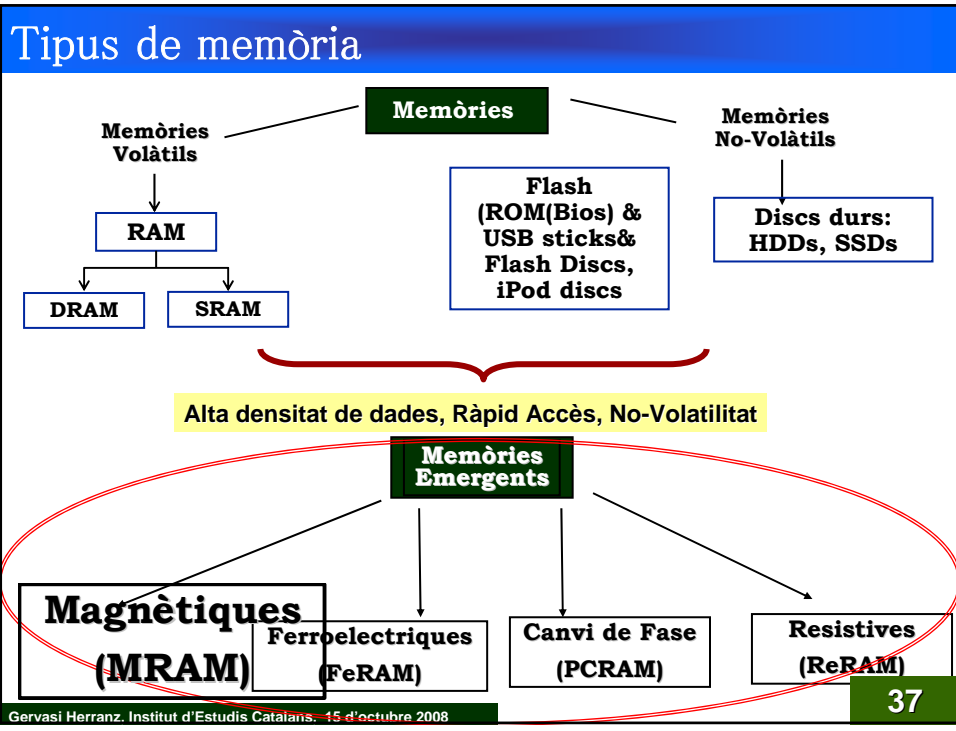
Què necessitem? Materials Ferroelèctrics

Cicle d'histèresi ferroelèctric

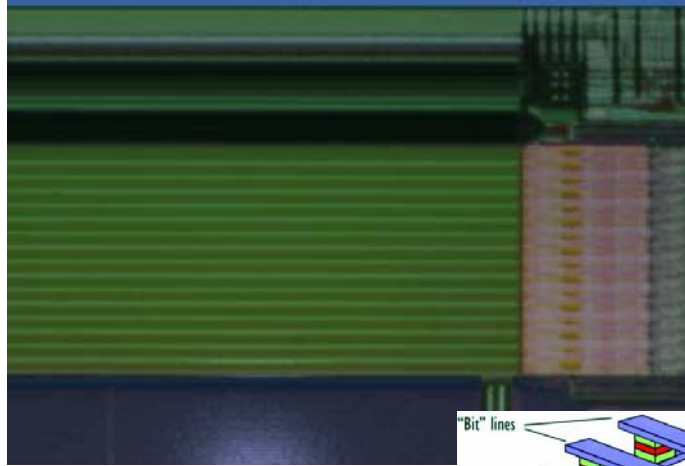


Gervasi Herranz. Institut d'Estudis Catalans. 15 d'octubre 2008

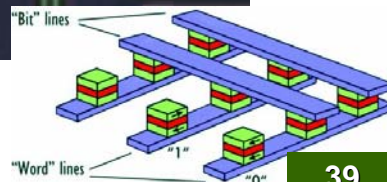
36



Memòries Magnètiques (MRAM)



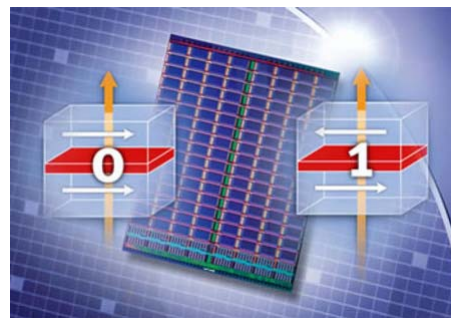
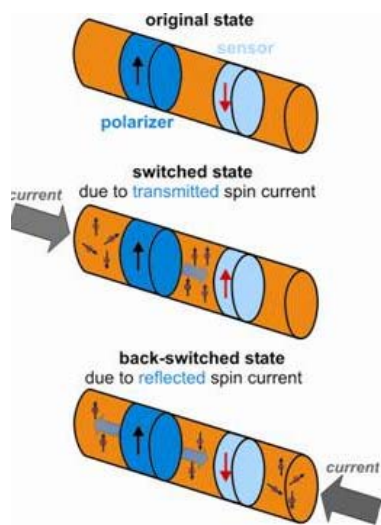
Desavantatges polsos de corrent:
 Consum de potència alt
 Interferència entre diferents cel·les de memòria



39

Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

Memòries Magnètiques (MRAM)



40

Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

Memòries Magnètiques (MRAM)



Freescale, juliol 2006
Memòries RAM 1-4 Mbit (25\$/unitat)

Freescale (2008): més de 10^6 unitats venudes,
més de 40 clients, EverSpin).

Projectes futurs (aprox. 2010)
Mòbil amb memòries MRAM

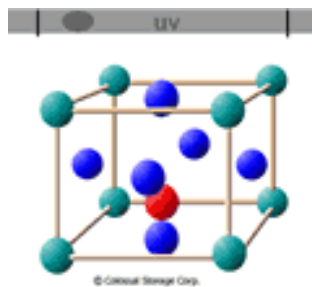
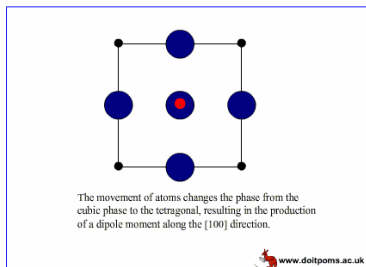
Pendrive amb MRAM

Toshiba (aprox. 2015)
Xips MRAM 1Gbyte competitius enfront DRAM.

Més info:

<http://www.mram-info.com/>
<http://www.freescale.com/>

Materials Ferroelèctrics

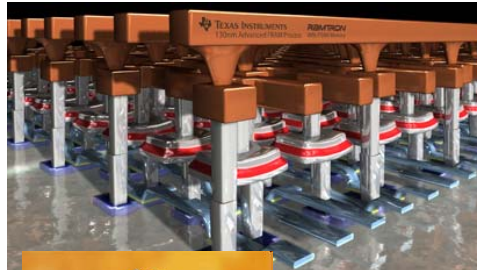


Memòries Ferroelèctriques (FeRAM)

PLAYSTATION PS3



<http://www.ti.com/rfid/govid/fram.shtml>



Graphic courtesy of Ramtron



Memòries FeRAMs 1 Mbit (2006)
Fujitsu & [Ramtron](#) & TI.

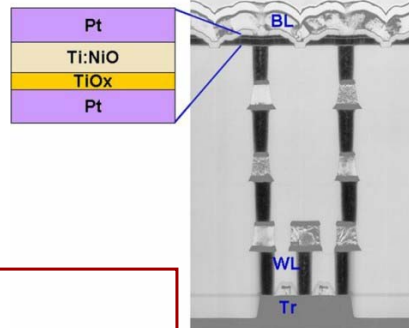
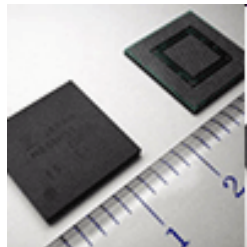
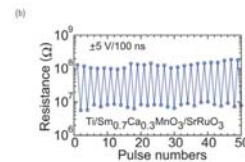
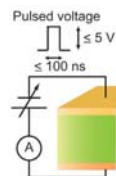
43

Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

Memòries Resistives (ReRAM)

↳ Estat d'Alta Resistència: ON "1"

↳ Estat de Baixa Resistència: OFF "0"



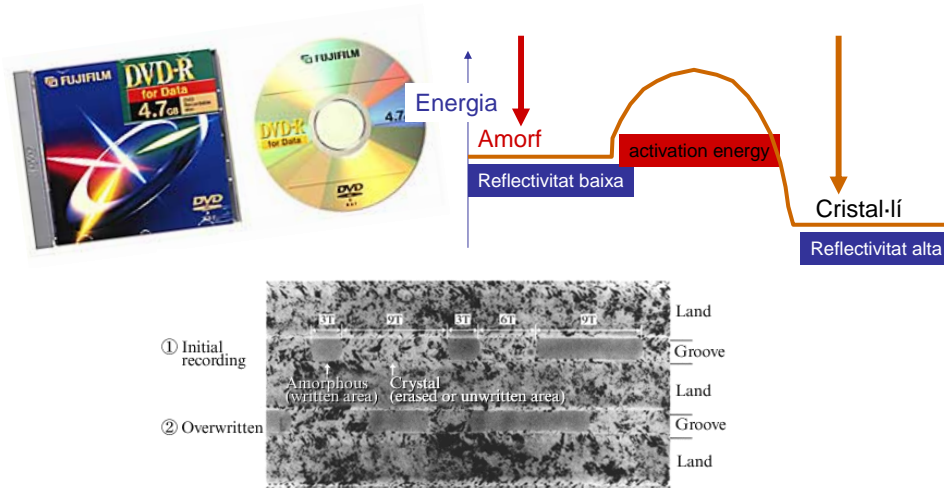
FUJITSU Desembre 2007

<http://www.fujitsu.com/global/news/pr/archives/month/2007/20071214-01.html>

44

Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

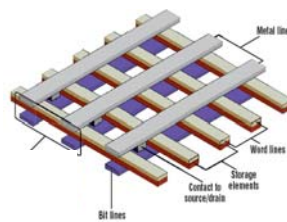
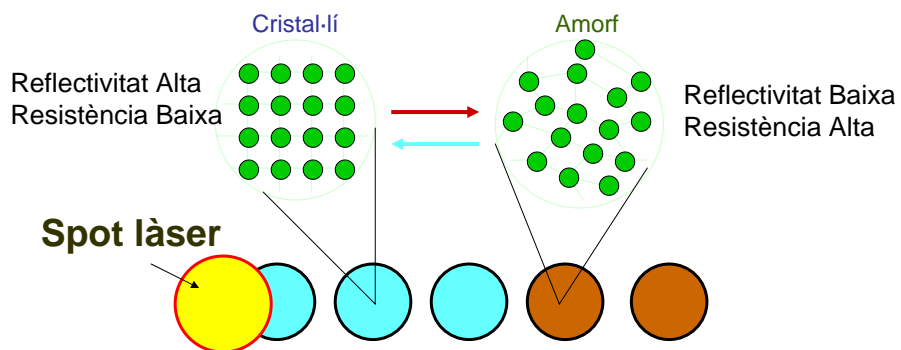
Canvi de Fase: Emmagatzematge Òptic



Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

45

Memòries de Canvi de Fase (PCRAM)



Intel Corporation & STMicroelectronics: Prototipus 128 Mbit (Febrer 2008)

Gervasi Herranz, Institut d'Estudis Catalans, 15 d'octubre 2008

46

Conclusions

PlayStation

<http://www.youtube.com/watch?v=zg36QFaYbtU&url=http://www.semiconductorblog.com/category/game-consoles/>

