

Solid State Disk

Solide basi per i nostri dati?

Daniele Verducci

Facoltà di Informatica Umanistica, Università di Pisa

Cos'è un SSD?

- Si tratta di una memoria di massa non volatile
- In pratica, ha la stessa funzione degli hard disk, o dischi rigidi: fornisce al sistema uno spazio per memorizzare i dati da elaborare ed il sistema operativo stesso.
- Tuttavia, si basa su una tecnologia mai usata prima in sistemi d'archiviazione di massa principali.

Timeline

1837-1970



SCHEDE PERFORATE

Charles Babbage prevede l'utilizzo
Di cartoncini preforati per la sua
Macchina analitica, mai terminata.

Negli anni 70 l'utilizzo di schede
Perforate era ancora frequente
su mainframe IBM.



Timeline

1837-1970

1956+

HARD DISK

Nel 1956 IBM integra nel sistema RAMAC 305 il primo hard disk: 5Mb su 50 dischi.
Prezzo: 10.000\$ al megabyte.

Versioni più tecnicamente avanzate
Degli hard disk sono tuttora il sistema
Di memoria di massa più diffuso.



Primo cambio di tecnologia:
Da carta perforata a magnetico!

Timeline

1837-1970

1956+

1967-2010ca

FLOPPY DISK

Ancora una volta ad opera di IBM, il Floppy disk da 8" usato per caricare Codice sui mainframe System/370.

A seguire, floppy da 5,25" e da 3,5".



Timeline

1837-1970

1956+

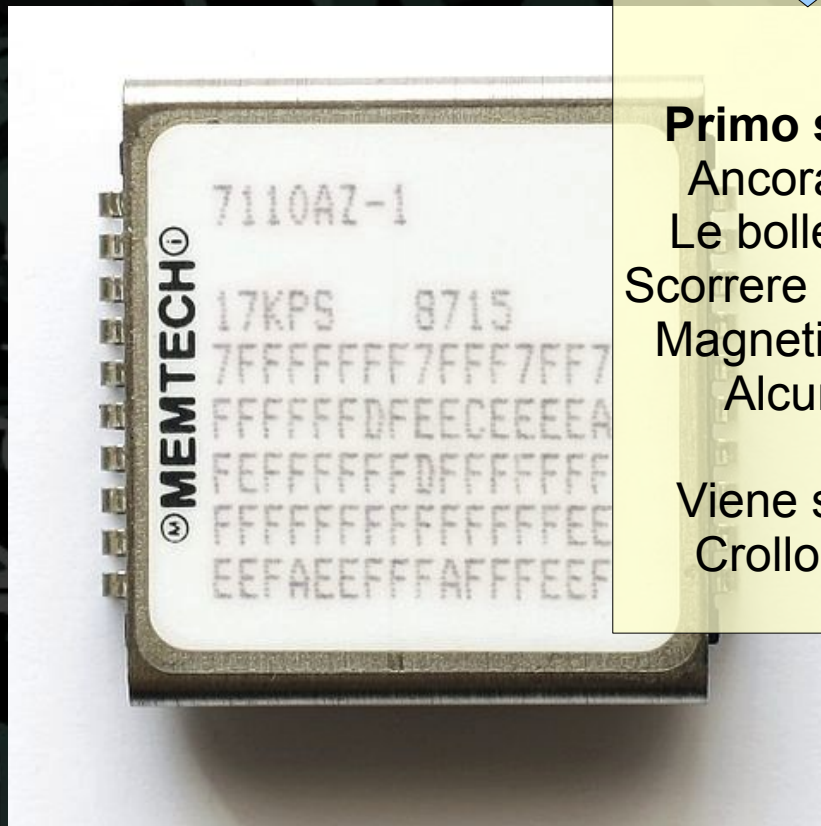
1967-2010ca

1971-1980ca

BUBBLE MEMORY

Primo sistema a stato solido, ma Ancora su tecnologia magnetica:
Le bolle magnetiche vengono fatte Scorrere sulla superficie con dei campi Magnetici e lette in sequenza senza Alcn movimento meccanico.

Viene soppiantata sul nascere dal Crollo del prezzo degli hard disk



Timeline

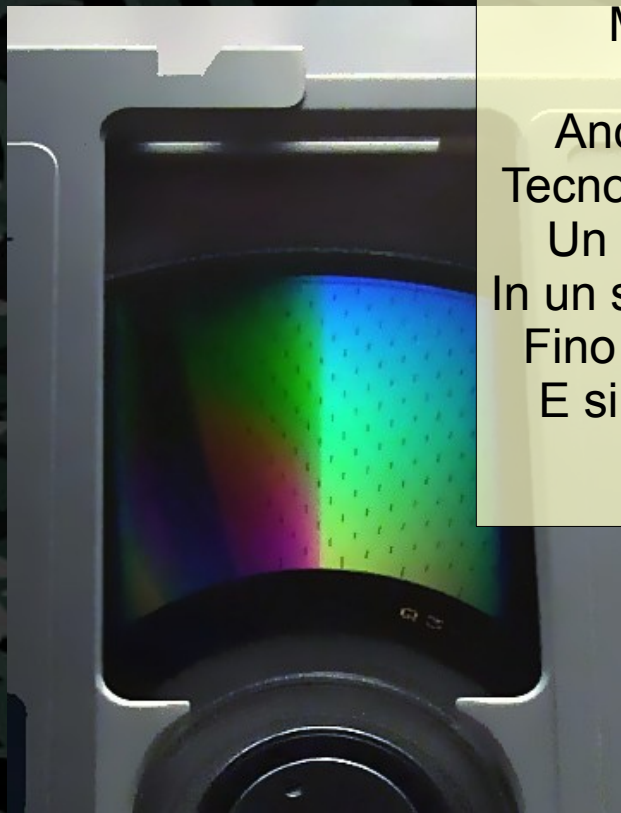
1837-1970

1956+

1967-2010ca

1971-1980ca

1985-2004



MEMORIA MAGNETOOTTICA

Ancora una volta, una variante delle Tecnologie precedentemente analizzate. Un disco in materiale ferromagnetico In un sandwich di plastica viene riscaldato Fino al punto Curie in una piccola zona E si polarizza per mezzo di un campo magnetico.

Timeline

1837-1970

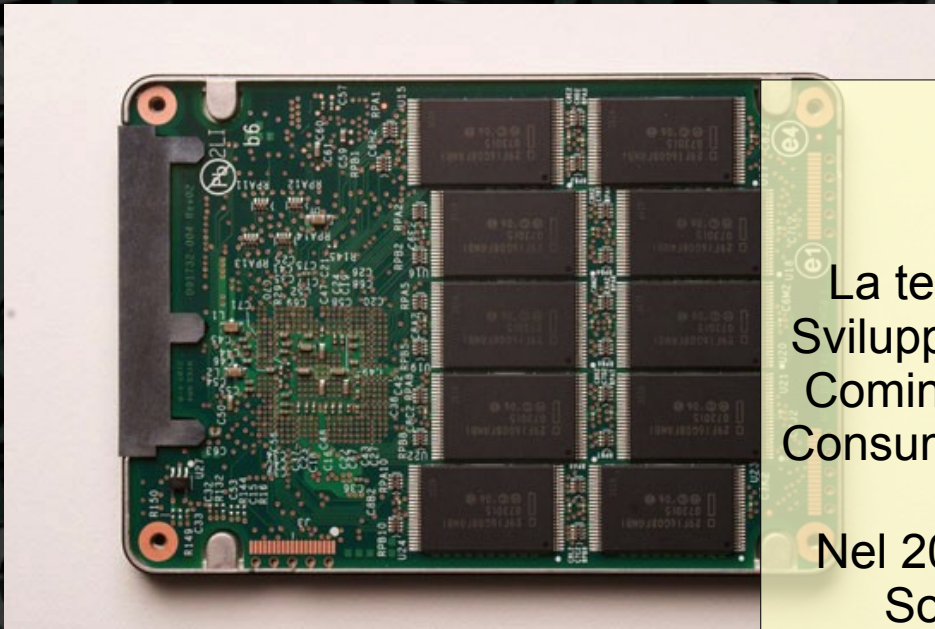
1956+

1967-2010ca

1971-1980ca

1985-2004

2007+



SSD, Solid State Disk

La tecnologia flash a stato solido è in Sviluppo dagli anni 90, ma solo nel 2007 Comincia ad essere adottata in prodotti Consumer come l'Asus EeePC 700 e 900.

Nel 2011 la Apple monta dischi a stato Solido di serie Sul Macbook Air



**Secondo cambio di tecnologia:
Da magnetico a flash memory!**

Pregi e difetti

Disco rigido

- **Economico** (meno di 0,04€ al megabyte)
- **Tempi di seek** (ricerca) enormi, nell'ordine dei 12ms
- **Velocità di trasferimento** moderate (sui 100Mb/s)

Disco a stato solido

- **Costoso** (più di 1€ al megabyte)
- **Tempi di seek** infinitesimali, nell'ordine di 0,1ms
- **Velocità di trasferimento** elevate, anche 500Mb/s

Pregi e difetti

Disco rigido

- **Limitata resistenza meccanica**, specialmente in funzione
- **Maggiore assorbimento**, circa 10w 3,5" / 3w 2,5"
- **Durata nota**

Disco a stato solido

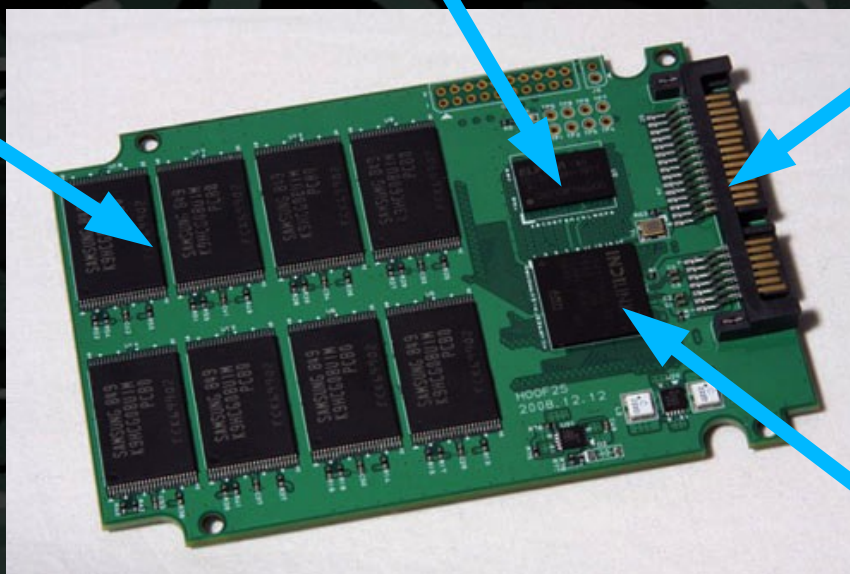
- **Altissima resistenza** agli shock meccanici, nessuna parte in movimento
- **Basso assorbimento**, meno di 2w
- Chissà? (MTBF)

Ma com'è fatto, fisicamente?

Memoria flash

Cache

Standard
SATA
interface



Controller

Ma com'è fatto, fisicamente?

Form factor: standard 2,5". Possono essere sostituiti agli hard disk dei portatili o montati in computer desktop per mezzo di adattatori spesso inclusi nella confezione.

Connettore: SATA standard, molto raramente PATA.

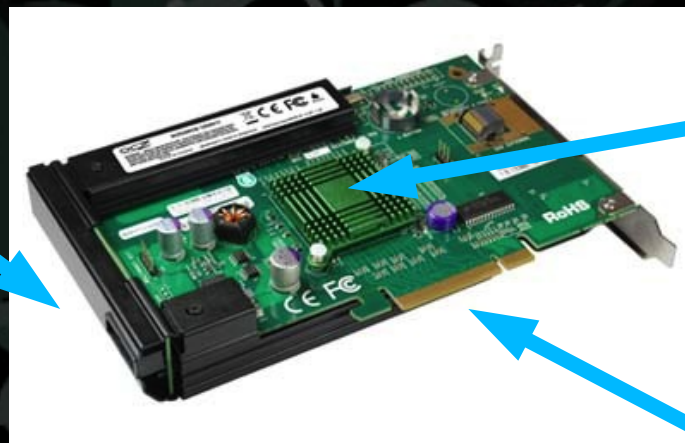


Ma com'è fatto, fisicamente?

Form factor: slot standard PCI
(può essere montato solo in pc desktop)

Connettore: PCI-Express o PCI-Express 16x, standard per schede di espansione ma NON standard per memorie di massa.

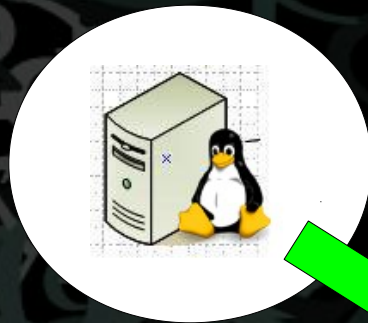
Memoria flash
(sull'altro lato)



Controller ad
Alte performance
Con dissipatore

Interfaccia
PCI-Express

Compatibilità



*Gran parte degli SSD sono
SATA standard...*

Compatibile al 100%?

Differenze di funzionamento

Qui cominciano i problemi: un SSD non è un Hard disk!

- Gli SSD hanno un numero di riscritture limitato
 - Wear Leveling
 - Separazione dati statici e dinamici
- La deframmentazione non è necessaria (tutti i dati sono accessibili con latenze pressoché nulle), ma anzi è dannosa.
- Al contrario degli hard disk, *un blocco (insieme di pagine) deve essere cancellato prima di poter essere riscritto.*
 - Garbage collection
 - Write amplification
 - TRIM

Il problema

- I filesystem e sistemi operativi, fino a poco fa, non erano ottimizzati per questo tipo di unità
- Li trattavano come hard disk, e in particolare:
 - Scrivevano nel primo spazio libero
 - ...ma se ne occupa il controller col Wear Leveling
 - Alla cancellazione, lo spazio in memoria veniva scollegato dal file, ma mai cancellato
 - Quindi il controller dell'SSD non sa se uno spazio contiene dati utili o no

La soluzione

Ovviamente, dare in carico le operazioni non gestite dal filesystem al controller dell'ssd.

Ovvio a dirsi, un po' meno a farsi:

- Il controller non sa sempre cosa sta accadendo: è il caso della cancellazione di un file.
- Il controller deve poter essere sufficientemente libero da garantire una banda adeguata...

Wear Leveling

“Livellamento d'usura”

- Se non facciamo attenzione a dove scriviamo i dati, alcune celle di memoria potrebbero subire un numero di riscritture enormemente maggiore di altre
 - Il numero di riscritture per cella è limitato
 - Quindi la vita dell'SSD si riduce drasticamente: butteremo via un disco con celle quasi tutte nuove e solo alcune sfruttate a dovere.
- È necessaria una *distinzione tra dati statici e dinamici*: quelli statici andranno spostati di tanto in tanto per liberare le celle meno utilizzate che occupavano.

Garbage Collection

- I dati negli SSD sono scritti in unità chiamate **pagine**.
- Ogni insieme di pagine è chiamato **blocco**
- Per limitazioni strutturali, l'unità minima cancellabile è un blocco!

...che fare se dobbiamo cancellare solo una parte di un blocco e rendere disponibile il resto?

Garbage Collection

- L'unica soluzione è *copiare il contenuto utile* in un altro blocco
 - Si verifica un fenomeno di **Write Amplification**
- Questa procedura di “pulizia” della memoria serve a **migliorare le prestazioni** a disco quasi pieno:
 - Infatti, se si deve operare una cancellazione appena prima di ogni nuova scrittura, si avrà un **dimezzamento delle prestazioni**.

Problemino

- **Problemino** mica tanto trascurabile: il controller non sa che alcuni dati sono stati cancellati e continua a copiarli in nuovi blocchi per preservarli.
 - Conseguenza: ingiustificata **usura** delle celle di memoria e **sovraccarico** del controller
- **Soluzione**: far dialogare il sistema con il controller, in modo da capire subito quando dei dati vengono cestinati e lo spazio in memoria può esser cancellato.

TRIM

È il nome del comando SATA che permette tale dialogo.

Cancellazione file

TRIM

```
graph LR; A[Cancellazione file] --> B[TRIM]; B --> C[blocco marcato come non valido]; C --> D[al successivo passaggio del garbage collector non verrà copiato.];
```

blocco marcato
come non valido

al successivo passaggio
del garbage collector
non verrà copiato.

Configurazione vincente

Sotto Linux, TRIM è supportato già dal 2010:

- **Requisiti:**

- Kernel 2.6.33
- Un filesystem con supporto trim:
 - EXT4
 - Btrfs
 - ...altri?



Configurazione vincente

...tuttavia, solitamente non è abilitato di default.

- È necessario montare il drive con l'opzione *discard*

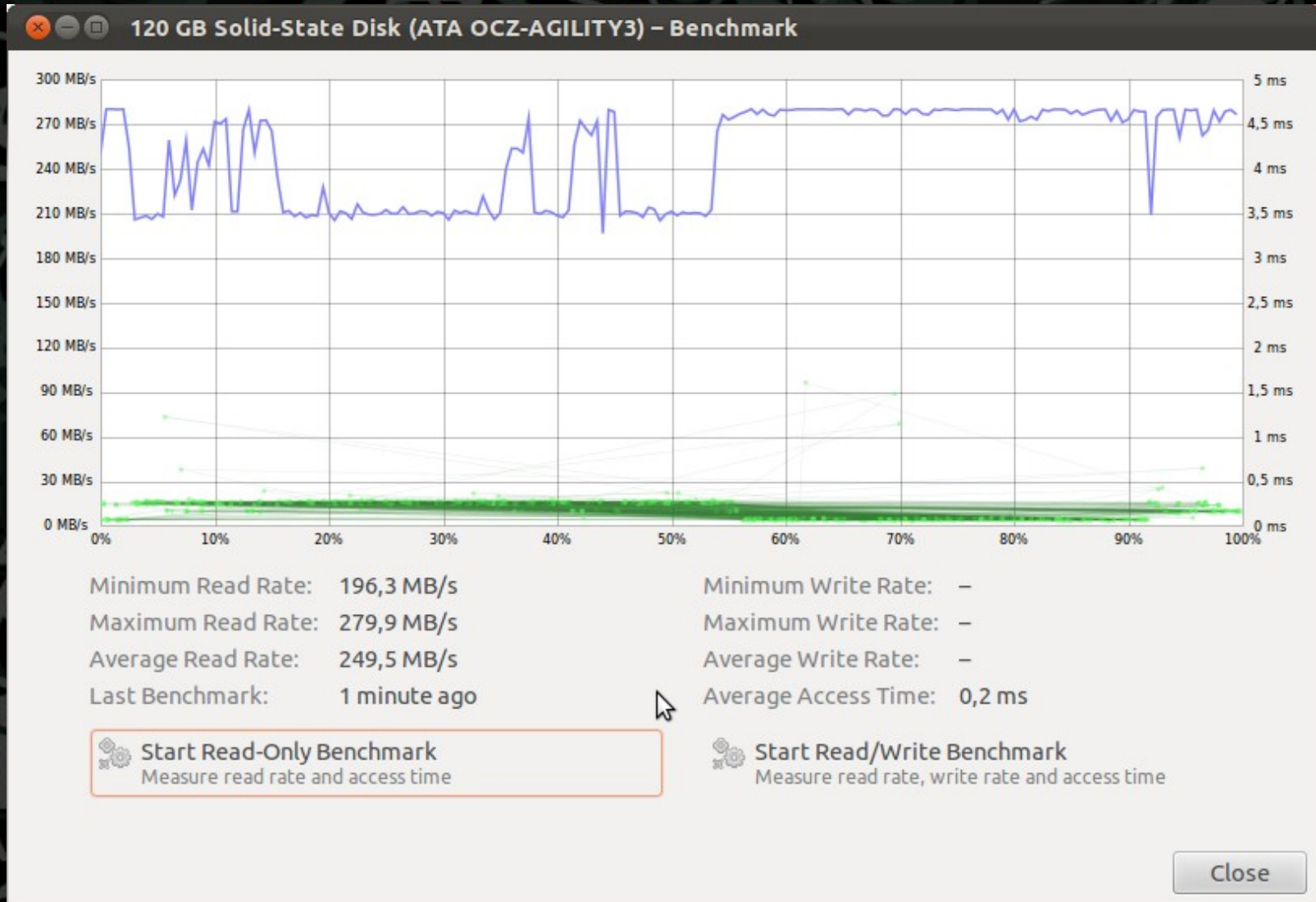
- Un esempio in /etc/fstab:

– UUID=... / ext4

discard,errors=remount-ro 0 1



Risultati...



Tutto sistemato, allora!

- Non proprio...
 - **database** e sistemi **RAID** software solo raramente supportano TRIM
- Un buon algoritmo di garbage collection
- risulta essenziale.



Ma perché SSD proprio su Linux?

Perché Linux occupa **poco spazio**

E con un costo al megabyte così elevato, significa **ottimizzare**

Perché Linux è **veloce** e non riduce le sue performances con il tempo

Il che lo rende adatto ad una macchina pensata per rendere perfetta l'**esperienza-utente**

Perché Linux può essere usato in macchine che lavorano in condizioni **critiche**

E l'SSD anche, grazie al suo consumo e peso ridotto e alla estrema **robustezza** meccanica

Perché in una macchina in cui è stato rimosso il **collo di bottiglia** software non ha senso lasciarne uno hardware.

Infatti negli ultimi anni si è avuto un'aumento della potenza di calcolo fortemente maggiore di quello di velocità dei supporti di massa, che hanno raggiunto la **stasi della tecnologia**

In soldoni...

Qual'è la reattività di un sistema Linux con SSD?

Grazie per l'attenzione.

“Happy hacking!”