

[home page](#)

[recupero dati](#)

[riparazione file](#)

[procedura](#)

[costi e tempi](#)

[contatti](#)

[modulo richiesta](#)

[clienti](#)

[download](#)

[info tecniche](#)

[links](#)

[glossario](#)

Questa pagina affronta alcuni argomenti tecnici che riguardano gli hard disk e il salvataggio dei dati su supporti magnetici in generale. Elenco argomenti trattati:

- Come è fatto un HARD DISK.
- I motori.
- Il circuito stampato del controller.
- Interfaccia.
- Firmware.
- Il circuito elettronico di gestione interna dei segnali da e per le testine.
- Codifica del segnale.
- Transfer Rate.
- Write precompensation.
- Interleaving.
- Gli errori!

---

### Come é fatto dentro un hard disk?

Ecco un disco aperto!



Qui sopra é rappresentato un disco IDE dell'ultima generazione, privo del coperchio protettivo (per i più curiosi si tratta di un Maxtor DiamondMax da 3.5", 5400 rpm e SMART). Anche i dischi SCSI sono costruttivamente simili e si possono riportare a questa immagine. Le parti principali sono contenute in uno châssis, tipicamente di lega leggera pressofusa, chiuso da un coperchio a tenuta stagna, dotato di guarnizioni e di molte viti di fissaggio. All'interno:

- i dischi: nel modello in figura sono quattro, ma possono essere da 2 in su
- il motore principale (non visibile, perché sul lato opposto), che porta in rotazione i dischi
- le testine, poste all'estremo di un braccio porta testina: sono una coppia per ogni disco ed agiscono sulle due facce
- il motore di movimentazione, che fa compiere un movimento lungo un arco di cerchio ai bracci porta testine
- il circuito elettronico di gestione interna dei segnali da e per le testine, attualmente costituito da un solo chip dedicato
- il cablaggio interno: in questo caso costituito da un circuito stampato flessibile
- il connettore IDE a 40 poli, standard (oppure SCSI standard a 50 o wide a

68 poli)

- il connettore di alimentazione a 4 poli, standard
- i jumpers di configurazione master/slave e per le varie opzioni previste dal Costruttore
- il circuito stampato del controller (non visibile, perché sul lato opposto)

Come si può vedere, le parti costruttive del disco sono ridottissime e il funzionamento è assicurato dall'elevatissima tecnologia dei materiali impiegati e dall'esperienza che si è sviluppata in questi anni e che ha portato ai risultati attuali. In breve tempo si è passati dagli ormai preistorici 10 MB grandi come una scatola da scarpe, con tempi di accesso di molte decine di millisecondi ai 36 GB nel formato 3.5" con tempi di accesso inferiori ai 9ms. Ad es., Maxtor, in una sua pubblicità, rileva come 5 anni le sue linee produttive fossero in grado di sfornare un disco da 2 GB ogni 9 secondi ed oggi siano passate ad un disco da 20 GB ogni 2 secondi. Per questo i Costruttori assicurano periodi di garanzia di 2 o più anni, fino a 5 o 6 o più per gli SCSI. Comunque si deve rilevare che la mortalità dei dischi, soprattutto nella fase iniziale di lavoro (mortalità infantile) è ancora ben presente, anche se molto ridotta in rapporto al passato e il concetto di backup va tenuto ben presente, se si desidera lavorare in sicurezza.

Anche particolari a prima vista non evidenti sono dipendenti da una tecnologia molto sofisticata. Ad es., all'interno dello chassis viene introdotta un'atmosfera controllata e tutto l'assemblaggio delle parti è effettuato in camere prive di polvere, dette camere bianche, dove la percentuale di pulviscolo deve essere inferiore a poche parti per milione (contro i molti milioni dell'ambiente comune!). Questa atmosfera controllata è un fattore indispensabile per il funzionamento del disco in quanto le microscopiche testine sorvolano ad elevatissime velocità le delicate superfici dei piatti, senza toccarle, a pochi milionesimi di millimetro, grazie ad effetti aerodinamici e la presenza del più piccolo granello di impurità sarebbe dannoso come per un'auto in corsa il trovarsi davanti un macigno.

**Pertanto l'apertura del coperchio protettivo, in ambiente normale, magari per dare un'occhiata all'interno, provoca la morte immediata del disco ( ed il decadere della Garanzia!).**

## [TORNA SU](#)

---

### **I motori**

Il drive contiene due motori: uno serve a portare in rotazione i piatti, l'altro a muovere le testine.

Si tratta di motori di alta precisione, controllati elettronicamente da speciali circuiti integrati.

I dischi richiedono una alimentazione a +5V per i circuiti logici e +12V per i motori. Un connettore standard (tipo AMP) è stato scelto in comune per tutte le unità magnetiche, sia HDD che CDROM o simili nel formato 51/4". Il consumo dei dischi delle ultime generazioni è molto contenuto e la maggior parte dell'energia è impiegata proprio dai motori. La corrente massima è assorbita durante l'avviamento del disco per portare in rotazione i piatti (spin-up), dopo di che ci saranno impulsi di corrente durante la movimentazione delle testine. Il consumo minimo si ha durante lo stato di sleep o stand by, in cui vengono fermati i motori e la parte di controllo si dispone in condizioni di minimo consumo. La tabella seguente riporta alcuni valori per un confronto:

<b>spin-up</b>	<b>operativo</b>	<b>sleep</b>
10/20W	5/6W	0.5/1W

Quindi, nei moderni drive, il problema del consumo elettrico è relativamente poco importante, mentre lo è quello del raffreddamento, in quanto una certa parte dell'energia assorbita viene dissipata in calore che deve essere efficacemente eliminato, pena un accorciamento della vita del disco.

Nonostante l'impiego di materiali ad elevatissima tecnologia, la necessità di rispettare le tolleranze micrometriche ed il lavoro interno delle parti, necessari al raggiungimento di prestazioni sempre più elevate, rendono il calore un nemico notevole. Fino a poco tempo fa era comune all'elettronica di controllo l'effettuare una ricalibrazione termica, necessaria per mantenere il corretto allineamento tra le testine e i piatti, seguendo le deformazioni dovute al calore.

allineamento tra le testine e i piatti, seguendo le deformazioni dovute al calore, questa ricalibrazione richiede un momentaneo arresto nel trasferimento dei dati, mentre il controller provvede all'operazione. Ne consegue che, per molti processi in cui il costante flusso di dati é vitale (masterizzazione, audio, video digitale) la ricalibrazione, se protratta oltre un certo tempo, costituisce un danno notevole all'integritá del processo stesso.

Nei dischi piú recenti questo re allineamento viene effettuato al volo (on fly) durante il funzionamento ordinario e non si verifica piú il problema della perdita di sincronismo tra i processi ed il flusso dei dati.

Attualmente la dimensione standard é 3.5" di larghezza e 1/2" di spessore ed in questo formato sono disponibili dischi IDE fino a 26 GB e dischi SCSI fino a 36 GB, mentre per questi ultimi, con formati meccanici maggiori, le capacita possono salire a molte decine di GB.

## TORNA SU

---

Vediamo in dettaglio alcune parti:

### Il circuito stampato del controller

Una scheda contiene tutte le parti che costituiscono il controller del disco. In generale é costituita da un circuito stampato incassato nel corpo del disco e contenente un microprocessore, diversi circuiti ausiliari, della memoria, sia per uso interno sia con funzioni di cache. Il circuito svolge le seguenti funzioni:

- Controllo del motore di rotazione dei piatti
- Controllo del movimento dell'attuatore delle testine
- Gestione dell'interfaccia con l'esterno (IDE o altro)
- Gestione delle funzioni di risparmio energetico (se presenti).
- Gestione delle funzioni di correzione degli errori, controllo del flusso dei dati, SMART (se implementato)

Ogni costruttore risolve il problema con un differente circuito e spesso lo stesso costruttore impiega diverse soluzioni, mentre resta standardizzato il sistema di interfacciamento con il resto del PC. I pratica esistono diversi standard per l'interfaccia; i principali sono:

- ST506
- ESDI
- SCSI
- AT-Bus, da cui poi si sono derivati
- IDE/EIDE/ATA

É importante considerare che esiste una fondamentale differenza tra interfaccia e sistema di controllo del disco.

I dischi con le vecchie interfacce ST506 o ESDI avevano il controller situato sulla scheda che veniva inserita nel bus della mainboard, mentre l'elettronica situata sul disco vero e proprio aveva funzioni limitate alla scrittura ed alla lettura dei dati, a seguito dei comandi trasmessi dal controller.

Nei dischi piú recenti, ovvero quelli detti AT-Bus, sviluppatasi poi come IDE/EIDE/ATA, invece, tutta la logica di controllo é situata sul disco ed il sistema mette a disposizione solo un canale di comunicazione costituito dalle porte IDE di interfaccia. L'immagine seguente é relativa ad un vecchio modello con interfaccia ST-506, ma esemplifica sufficientemente quanto detto.

Il microprocessore di controllo del disco é, ovviamente dotato di un proprio firmware (un software di gestione interno al circuito, a volte su su EPROM o su ROM, piú raramente in Flash), di una propria Ram, di uno o piú clock e di circuiti di I/O opportuni.

Spesso é disponibile anche una certa quantitá di cache che costituisce un buffer per trattare in modo piú fluido il flusso dei dati da e verso il disco, di solito da 128, 256 o 512kB. In genere, la scrittura e lettura dei dati sui dischi é molto piú veloce del trasferimento dei dati stessi attraverso l'interfaccia; la cache costituisce quindi un valido serbatoio per il parcheggio momentaneo dei dati. L'uso della cache puó ridurre di molto il tempo di accesso ai dati.

(Attenzione a non confondere la piccola cache sul circuito di controllo del disco con la cache che il sistema operativo puó formare per la gestione dei dati dell'hard disk e che é ricavata nella memoria principale del sistema ). Piú avanti



altre informazioni sull'argomento. Il circuito stampato é stato rimosso dalla carcassa del



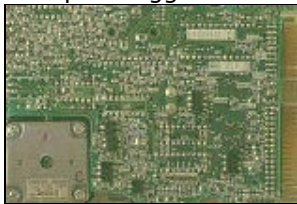
disco e ruotato di 90 gradi verso sinistra.

Si può notare la EPROM contenente il firmware di gestione del disco, accanto alla CPU (un processore Hitachi serie 63xx).

I motori sono controllati da opportuni drive di potenza che forniscono i segnali necessari al corretto funzionamento, sotto controllo della CPU; un fascio di cavi collega i motori al

circuito stampato. Nella foto è visibile collegato solo il motore di rotazione (spin); il cavo del motore di movimentazione delle testine era troppo corto per poter essere collegato al suo connettore con il circuito ruotato.

Notare la sagomatura del circuito stampato, necessaria per farlo rientrare nelle misure tipiche di ingombro del disco. Data la complessità del controller, anche la faccia opposta del circuito stampato è gremita di componenti. La foto riporta il circuito riposizionato sul disco, come è normalmente. Si notano una discreta quantità di piccoli componenti surface mount (a montaggio superficiale) e, nell'angolo in basso a sinistra, il motore delle testine, che, sporgendo come spessore, ha costretto il progettista a sagomare il circuito stampato tutto attorno; la forma non rettilinea del bordo in alcuni punti è dovuta alla necessità di lasciare spazio alla struttura di supporto della carcassa (non inserita nella foto per maggior chiarezza).



Il connettore dell'interfaccia è del vecchio tipo ST-506, che richiede due cavi verso la scheda di controllo posta su uno slot del PC; i contatti sono placcati in oro per migliorare la qualità della connessione elettrica. Poiché il controllo è effettuato da un microprocessore è, ovviamente, necessario un proprio firmware (un software di gestione interno al circuito, a volte su su

EPROM o su ROM, più raramente in Flash), di una propria Ram, di uno o più clock e di circuiti di I/O opportuni. Spesso è disponibile anche una certa quantità di cache che costituisce un buffer per trattare in modo più fluido il flusso dei dati da e verso il disco, di solito da 128, 256 o 512kB. In genere, la scrittura e lettura dei dati sui dischi è molto più veloce del trasferimento dei dati stessi attraverso l'interfaccia; la cache costituisce quindi un valido serbatoio per il parcheggio momentaneo dei dati. L'uso della cache può ridurre di molto il tempo di accesso ai dati. (Attenzione a non confondere la piccola cache sul circuito di controllo del disco con la cache che il sistema operativo può formare per la gestione dei dati dell'hard disk e che è ricavata nella memoria principale del sistema). Più avanti altre informazioni sull'argomento.

## TORNA SU

### Interfaccia

L'interfaccia è quella parte di circuito, hardware e software, che consente il collegamento del disco all'unità centrale. Ne sono stati implementati diversi tipi, alcuni dei quali, con il tempo, sono diventati degli standard.

Senza entrare qui in maggiori dettagli, storicamente gli standard più importanti sono stati:

- **ST-506.** Ormai obsoleto, era l'interfaccia dei primi PC. Il controller vero e proprio era una scheda inserita sul bus del PC e collegata al disco con due cavi piatti di differente larghezza. Il limite fisico è di due unità per controller.
- **XTbus e ATbus.** Nei primi PC XT e AT era una struttura innovativa in cui la scheda sul bus costituiva solo una porta ed il controller vero e proprio era concentrato sul disco. Si è sviluppata subito nello standard IDE.
- **IDE e derivati.** Il controller è installato sul disco e l'interfaccia è ridotta ad una porta, di solito integrata nella scheda madre. Il collegamento avviene con un solo cavo a 40 poli. Il limite fisico è di due unità per porta (Master e Slave).
- **SCSI.** Il collegamento con il PC avviene attraverso un controller specifico, che consente una discussione a macro comandi, tipo bus, sul cavo di collegamento che consente di avere fino a 7 unità in parallelo. Il cavo, singolo, può essere a 50 poli, per il tipo di colloquio a 8 bit o 68 poli per quello a 16bit (SCSI Wide). Più controller possono convivere sullo stesso

sistema, aumentando il numero di unità installabili.

## TORNA SU

---

### Firmware

Da quanto detto prima, è ormai un dato di fatto la presenza di uno o anche più processori sulle schede elettroniche montate nei dischi rigidi. Ovviamente, se è presente un processore, ci sarà anche un chip contenente il software per il funzionamento del complesso. Questo prende il nome di firmware.

Sostanzialmente si tratta di un mini sistema operativo che contiene le routines di controllo dell'hardware, le procedure di codifica ed il controllo dell'interfaccia verso il sistema principale.

Si è accennato a più processori in quanto alcune funzioni, ad esempio l'interfaccia, sono demandate ad un processore, mentre le complesse operazioni di scrittura e lettura sono svolte da un'altra unità. Anche i motori sono controllati da integrati dotati di una elevata "intelligenza" ed autonomia.

Il firmware può essere contenuto nei processori, che hanno un'area interna programmabile come PROM o EPROM, oppure in un chip esterno anche riprogrammabile (EEPROM, FLASH). Non si pensi, però, con questo alla possibilità di upgrade dei "BIOS" dei dischi; diverse motivazioni, tra le quali la struttura dell'hardware ed anche la necessità di tutelare la sicurezza del contenuto dal reverse engineering fanno sì che questa possibilità non sia una delle offerte dei costruttori di dischi.

Per inciso, si sono verificati casi di conflitto tra il firmware di dischi e quelli dei BIOS delle schede madri; in questi casi, data l'impossibilità di cambiare il firmware sui dischi, la soluzione è nell'upgrade dei BIOS delle mainboard. Se questo non è possibile, non resta purtroppo altro da fare che sostituire uno dei due componenti.

Altri problemi del firmware possono riguardare l'incompatibilità di un drive con un altro di marca diversa oppure problemi con le gestioni DMA (Bus Mastering).

## TORNA SU

---

### Il circuito elettronico di gestione interna dei segnali da e per le testine.

Le tracce magnetiche sui dischi hanno dimensioni molto ridotte e devono essere lette o scritte in tempi brevissimi per ottenere delle prestazioni elevate. L'operazione di controllare il flusso della corrente nelle testine è realizzato, nei moderni hard disk, con circuiti speciali dedicati a questo scopo, solitamente posti all'interno del disco, quanto più vicino possibile alle testine.

Questo è reso necessario dalla necessità di ridurre al minimo la lunghezza dei conduttori che portano i segnali da e per le testine stesse.

Questo integrato si trova posizionato su un circuito stampato flessibile che costituisce anche il collegamento tra il braccio porta testine ed il connettore che porta i segnali al circuito stampato principale. Nell'immagine si può vedere



chiaramente il grosso chip di controllo delle testine montato sul circuito stampato flessibile, che è stato estratto dall'interno della cassa dell'hard disk. Sul circuito flessibile si notano anche altri componenti necessari al funzionamento, ovvero resistenze e condensatori a montaggio superficiale (i rettangolini scuri con le estremità metalliche). All'estremità sinistra c'è il connettore per il collegamento con il circuito stampato del controller.

Sul lato destro si vede il braccio porta testine con tre gruppi di 2 testine (3 dischi). Le informazioni digitali sono costituite da sequenze di 1 e 0 che i circuiti elettronici trasformano in livelli di tensione (1 = livello alto, 0 = livello basso).

Sul supporto magnetico le informazioni sono immagazzinate come impulsi magnetici.

Il circuito delle testine ha, dunque, lo scopo di convertire i livelli logici in livelli magnetici e viceversa.

Le informazioni magnetiche consistono in piccolissime aree della superficie del disco in cui viene conservato un campo magnetico. Possiamo pensare a piccolissime calamite, larghe qualche decina di milionesimi di millimetro. Pensate ad una calamita normale: essa ha due poli, detti nord e sud e l'energia magnetica (il campo magnetico) scorre tra i due poli; le informazioni magnetiche sono dunque delle piccolissime calamite. Come fanno a rimanere sul disco? Per la capacità di alcuni materiali di conservare una parte del campo

disco: Per la capacità di alcuni materiali di conservare una parte del campo magnetico che gli è stato applicato.

Provate a prendere con una calamita un podi spilli o chiodi: molti di essi, una volta tolta la calamita, resteranno magnetizzati e potranno a loro volta sollevare altri spilli o chiodi. Penaste ora di sostituire la calamita con una elettrocalamita (la testina) ed avrete il principio su cui si basa la scrittura magnetica del disco (e del floppy, nastri, le cassette del mangianastri, ecc.).

Ed é appunto pensando alle cassette audio che possiamo avere una visione completa di un procedimento di scrittura/lettura magnetica, analogo a quello del disco rigido. Il paragone é adeguato, in prima istanza; basta cambiare alcune espressioni come nella tabella che segue:

<b>Registratore audio (incisione)</b>	<b>Disco magnetico (scrittura)</b>
La voce (vibrazione dell'aria) viene trasformata in segnale elettrico attraverso il microfono	Il software trasforma i dati in segnali logici binari
il circuito di registrazione elabora il segnale e lo invia alla testina	il circuito di controllo del disco elabora il segnale e lo invia al controller delle testine
la testina converte il segnale elettrico in un campo magnetico e lo "incide" sul nastro, sotto forma di campo magnetico	la testina converte il segnale elettrico in un campo magnetico e lo "scrive" sul disco, sotto forma di campo magnetico

Una volta "scritto", il materiale magnetico del nastro (o del disco) conserverà per lungo tempo i campi magnetici che costituiscono la registrazione; essa potrà essere "letta" con un procedimento inverso:

<b>Registratore audio (lettura)</b>	<b>Disco magnetico (lettura)</b>
il nastro scorre davanti alla testina e le variazioni del campo magnetico inciso sono trasformate in variazioni di livello elettrico	la superficie del disco ruota davanti alla testina e le variazioni del campo magnetico inciso sono trasformate in variazioni di livello elettrico
il circuito di lettura elabora il segnale ricevuto e lo amplifica ad un livello adeguato	il circuito di lettura elabora il segnale ricevuto e lo trasforma in segnali digitali
l'altoparlante trasforma il segnale elettrico in suono udibile (come movimento meccanico dell'aria)	il software consente di estrarre da questi segnali digitali le informazioni immagazzinate

Chiaro, no?

In effetti l'esempio é piuttosto ok; per essere precisi, però, occorre aggiungere che il nastro audio contiene un campo magnetico "continuo", variabile come valore a seconda della modulazione del suono che deve conservare. Sul disco, invece, sono incisi dei piccoli campi magnetici definiti. Il controllore delle testine é fissato su un circuito stampato flessibile: si tratta di un particolare tipo di circuito stampato realizzato con materiali estremamente flessibili e resistenti ed in grado di essere flesso milioni e milioni di volte senza deformarsi o rompersi, seguendo il movimento delle testine.

I segnali pre trattati dal circuito di controllo delle testine sono poi trasferiti al circuito principale dove vengono elaborati.

Esistono diversi metodi per l'impacchettamento, la scrittura e la lettura dei dati. La tendenza attuale é quella di piazzare un sempre maggior numero di dati a parità di superficie magnetica; questo é ottenuto con il progredire delle tecnologie costruttive e dei materiali e con un aumento della complessità dei circuiti e dei sistemi di lettura e scrittura, con l'introduzione di testine

particolari, di processori e tecniche DSP (Digital Signal Processing) assai complesse.

## TORNA SU

---

### **Codifica del segnale.**

Si potrebbe essere portati a pensare che le polarità nord e sud della calamita possano essere impiegate come 1 e 0 binari; in effetti la cosa non è così

semplice perché attraverso le testine è possibile leggere con semplicità non la polarità del campo, ma la sua variazione, ad esempio che stia avvenendo una transizione da un campo orientato nord-sud ad uno orientato sud-nord.

I problemi connessi con il mantenimento di microscopici campi magnetici, strettamente accostati uno all'altro, con polarità anche opposte, richiede tecnologie particolarmente complesse in quanto più piccole sono le superfici interessate dai campi (più campi per unità di superficie = più informazioni immagazzinabili sul disco) si scontra con la necessità di materiali magnetici di qualità e purezza eccelse e con la costruzione di testine estremamente piccole, ma in grado di generare campi molto intensi (per la magnetizzazione della superficie in scrittura) e di rilevare con sicurezza le micro variazioni tra i campi (durante la lettura).

Oltre a questo è richiesta una elevata velocità di lettura/scrittura per la sempre maggior richiesta di prestazione; l'aumento del transfer rate (quantità di dati trasferiti) si ottiene con una più rapida rotazione del disco, in modo da portare sotto le testine una maggior superficie nell'unità di tempo.

Questo richiede che i dati non vengano semplicemente buttati lì, ma siano codificati (encoding) secondo sistemi ed algoritmi particolari. Inoltre le codifiche hanno lo scopo di stipare quanti più dati possibili sulla superficie utile.

In questo senso, un esempio di "codifica" che può rendere approssimativamente l'idea di una delle finalità di questi sistemi è la conosciutissima compressione dei dati, perlappunto con "codifiche" come ZIP, ARJ, ecc.

Di cosa si tratta, in sostanza? Se pensiamo che un insieme organizzato di dati (file) è composto da un certo numero di bytes, ad es. 100, scritto su un disco occuperà una certa superficie. Se, con qualche sistema, posso comprimere queste informazioni in modo che lo stesso contenuto sia disponibile in 50 bytes, avrò la possibilità di immagazzinare sulla superficie del disco il doppio di informazioni (e quindi avrò in un certo senso aumentata la capacità del disco). I metodi di codifica però devo occuparsi anche dei problemi fisici della scrittura e lettura di dati su un supporto rotante ad alta velocità; il tutto, ovviamente, mantenendo uno standard di sicurezza ed affidabilità quanto più alto possibile. Ad esempio, un problema notevole è quello di identificare dove termina un campo e ne comincia un successivo (ricordarsi che stiamo parlando di campi di dimensioni infinitesimali che ruotano sotto le testine a 5400, 7200 o 10000 giri al minuto!).

Ad esempio, volendo immagazzinare una stringa di 1 logici non potremo certo depositare un quantitativo equivalente di campi magnetici della stessa polarità o intensità; sarebbe estremamente difficile identificare dove termina un campo e comincia il successivo...

Una soluzione possibile è quella di legare la scrittura ad un clock: ogni informazione è scritta spazialmente e temporalmente in stretto legame con un segnale di sincronismo che aiuta ad identificarla durante la lettura, che sarà sincronizzata allo stesso clock.

Altri metodi di codifica più complessi sono stati sviluppati per poter immagazzinare nel disco una quantità sempre maggior di dati. In sostanza, per concludere, le tecnologie hardware si sviluppano con lo scopo di rendere possibili sempre maggiori densità di campi magnetici per unità di superficie, mentre i metodi di codifica cercano di stipare una maggior quantità di informazione nei campi, rendendo nel contempo possibile una scrittura e lettura affidabili.

Nei paragrafi seguenti vediamo alcuni dei metodi di codifica più diffusi. **Frequency Modulation (FM)**

Uno dei primi sistemi adottati per codificare i segnali digitali da salvare su un mezzo magnetico è stato quello della modulazione di frequenza (FM Frequency Modulation). Il concetto è simile a quello delle emissioni radio FM (Modulazione di Frequenza). In questo metodo un dato di valore 0 è scritto come due consecutivi campi magnetici di polarità opposta, mentre un 1 è costituito da due campi della stessa polarità. Il segnale di scrittura è sincronizzato con un clock: il primo campo magnetico, corrispondente al primo colpo del clock, costituisce lo "start" del bit, mentre il successivo è il valore.

La definizione di modulazione di frequenza deriva dal fatto che la lettura è "in

La definizione di modulazione di frequenza deriva dal fatto che la lettura è "in movimento". Se indichiamo con N il campo invertito e con P quello non invertito, lo 0 logico é rappresentabile con NP, mentre l'1 con NN; un byte composto di 8 bit di valore 0 sará NPNPNPNPNPNPNPNP, mentre un byte di 1 sará NNNNNNNNNNNNNNNNNN essendo legati ad un clock; si vede come la frequenza della rappresentazione dell'1 sia doppia di quella dello 0.

Attualmente FM, ampiamente utilizzata nei primi sistemi di memoria magnetica , non é piú adatta alle soluzioni attuali. Il principale limite sta nella necessità di due campi magnetici per definire un bit. **Modified Frequency Modulation**

#### **(MFM)**

MF, con l'apparire dei primi hard disk a piatti rotanti, viene rimpiazzata da MFM, ovvero modified frequency modulation (Modulazione di Frequenza Modificata) che riduce il numero dei campi magnetici necessari a definire un bit, inserendo un campo inverso solo in presenza di due zeri consecutivi. Cosí facendo si puó arrivare anche al raddoppio della capacita del disco.

Il metodo MFM é stato impiegato sui primi hard disk (interfaccia ST-506) ed é ancora oggi il sistema di codifica per i floppy disk **Run Length Limited (RLL)**

Giá con le serie di hard disk con interfaccia ST-506 o SCSI di capacita superiore ai 40MB viene introdotto il metodo RLL (Run Length Limited, ovvero lunghezza operativa limitata) . In effetti non si tratta di un metodo singolo, ma di una "famiglia" di metodi di codifica sofisticati, tesi a superare i limiti imposti dalle semplici codifiche a modulazione di frequenza.

RLL opera non su bit singoli, ma su gruppi di bit, impiegando sia clock che campi magnetici diretti e inversi per ottenere pacchetti di dati di grande compattezza che consentono una scrittura e lettura piú efficienti e sicure.

RLL ha due parametri principali: run length e run limit, da cui deriva il nome. Run length é il minimo spazio (tempo/superficie) tra due campi magnetici inversi, mentre run limit é il massimo consentito. Il tempo/spazio tra due campi inversi deve essere piuttosto piccolo, altrimenti la testina di lettura rischia di perdere il sincronismo con il clock. Contemporaneamente le testine devono diventare sempre piú piccole per consentire la scrittura precisa dei campi. Un bel match! I parametri di RLL sono espressi nella forma "run length, run limit RLL"; ad esempio un tipo comune puó essere 1,7 RLL.

Le codifiche sofisticate del tipo RLL richiedono controller sempre piú complessi; le schede elettroniche a bordo dei dischi comprendono ormai microprocessori, quarzi, memorie, circuiti dedicati. **Partial Response, Maximum Likelihood (PRML)**

Disponendo di microprocessori a bordo dei dischi si puó fare molto. I sistemi di scrittura fino ad ora visti si basano sul rilevamento "al volo", attraverso la testina, delle variazioni tra i campi magnetici diretti e inversi, analizzando le variazioni in rapporto con un clock.

Con l'aumentare della densità dei dati e della velocità di rotazione dei piatti si raggiunge un limite al di lá del quale l'analisi delle variazioni di campo diventa problematica e la possibilità di errore si amplifica. Il segnale dalle testine diventa sempre meno netto, sempre meno digitale e piú che mai analogico, rendendo difficile ai classici circuiti digitali la definizione delle aree dei campi magnetici elementari che costituiscono il nocciolo dell'informazione.

I costruttori sono alla continua ricerca di nuove soluzioni, principalmente basate sull'analisi digitale dei segnali, attraverso speciali processori detti DSP (Digital Signal Processor) in grado di operare ad alta velocità sulle informazioni provenienti dalle testine.

Ad esempio Quantum ha sviluppato un sistema chiamato Partial Response, Maximum Likelihood (PRML) che impiega complesse tecniche hardware e software. Non si cerca piú di identificare i singoli campi, ma, attraverso i DSP ed opportuni algoritmi, si trasformano blocchi di dati analogici letti dalle testine (partial response) per determinare la corretta sequenza di bit che ha maggiori probabilità di essere quella che ha generato la scrittura di quella specifica sequenza di campi (maximum likelihood).

Ogni costruttore sviluppa tecnologie ad hoc e lo sviluppo é ancora in atto.

## **TORNA SU**

---

### **Transfer Rate**

Il transfer rate o tasso di trasferimento indica la quantità di dati che possono essere trasferita da e per il disco. É ovvio che un disco con un transfer rate alto avrá prestazioni migliori di uno che esibisce un valore basso.

Il suo valore dipende da molti fattori; aumenta con l'aumentare della velocità di rotazione, con il perfezionamento dei metodi di codifica e correzione degli errori, le modalità di funzionamento dell'interfaccia, ecc..

Esistono test specifici per determinare questo fattore. ma vanno presi con le



...zione test spesso per determinare questo settore, ma vanno prese con le opportune cautele. Vediamo perché.

É capitato che un test sul disco effettuato con un benchmark commerciale abbia dato un buon risultato sul disco nuovo e poi, ripetuto dopo un certo tempo, abbia dato risultati piú scadenti. Come mai?

Il problema sta nel fatto che il trasferimento dei dati dai piatti non é costante ma dipende dalla posizione delle testine rispetto al bordo del disco. Le zone periferiche hanno una estensione maggiore e possono contenere densità maggiori con una velocità di trasferimento maggiore di quelle piú interne.

Questo spiega il mistero di cui sopra: il primo test é effettuato su un disco quasi vuoto e vengono impiegate le tracce esterne, piú performanti; i test successivi, fatti quando il disco é piú pieno, spostano l'area del test alle zone interne, meno performanti ( )puó esserci anche un rapporto 1 a 2!).

La soluzione é l'impiego di test che tengano presente questo problema (ed in generale il prendere i risultati dei test "cum grano salis"...).

Per inciso, va ricordato che anche la frammentazione dei file é una causa delle basse prestazioni dei test; prima dei test é opportuno effettuare una deframmentazione (defrag). Anche nell'uso comune é opportuno ricordarsi di deframmentare ogni tanto il disco, sia per migliorare le prestazioni, sia per ridurre le possibilità di errore.

## **TORNA SU**

---

### **Write Precompensation**

Write precompensation é riferito alla necessità di variare i parametri della corrente nelle testine durante la scrittura sui dischi. I vecchi dischi usavano lo stesso numero di settori per traccia , indipendentemente dal fatto che si trattasse di tracce esterne o interne. É evidente che sulle tracce interne, di circonferenza minore, i settori debbano essere di dimensione minore di quelli sulle tracce piú esterne, di circonferenza maggiore. In sostanza, la densità di campi magnetici non é uniforme su tutto il disco. Questo porta alla necessità di compensare in qualche modo questa differenza che, oltre una certa traccia, renderebbe molto difficile la rilettura; quindi, uno dei parametri presenti nelle tabelle dei vecchi dischi é il numero di traccia dal quale partire con la compensazione (che viene gestita dal sistema di controllo proprio del disco). Questo parametro non é piú necessario per i dischi moderni che utilizzano diversi sistemi di scrittura e lettura e dotati di controller molto evoluti.

## **TORNA SU**

---

### **Interleaving**

Un altro termine che ricorre quando si parla di dischi é la parola interleaving (visto tradotto in italiano con l'orribile termine interfogliazione) indica la necessita della presenza di uno "spazio" vitale tra i settori.

I settori di un disco vengono numerati in una sequenza logica in modo da poter essere indirizzati senza problemi durante le operazioni di scrittura e lettura. Però non é detto che un settore logico 1 sia posto fisicamente prima del settore 2 ; questo dipende dai sistemi di codifica, di gestione del disco, ecc.. All'atto pratico un settore logico ed il successivo, se si trovassero contigui, potrebbero creare problemi nella lettura! Perché questo? perché bisogna ricordare che il disco gira a grande velocità sotto la testina ed al termine della lettura di un settore il sistema richiede un certo tempo per organizzare i dati letti e questo potrebbe essere tale da far sfuggire il settore successivo e richiedere un nuovo giro del disco per la lettura. Se, invece, i settori non sono contigui, ad es. la sequenza é 1 - 3 - 2, letto il settore 1, resta tutto il tempo del passaggio del settore 3 prima di iniziare la lettura del 2, lasciando cosí tutto il tempo ai circuiti per poter procedere al recupero dei dati dal settore 2 senza richiedere un'altro giro del disco.

Ovviamente il caso migliore é un interleave di 1, cioè tutti i settori logici e fisici sono corrispondenti; ma é possibile solo presupponendo una capacita di lettura tale da non avere tempi morti alla fine di un settore (ad es. sfruttando una cache). Altrimenti le prestazioni sono grandemente ridotte.

Lo standard dei vecchi dischi era tipicamente di 17 settori per traccia. Con un interleave di 1:1, la sequenza dei settori fisici e logici corrisponde (ovvero 1-2-3-ecc.). Con un interleave di 2:1 la sequenza tipica di numerazione logica dei settori fisici diventa 1, 10, 2, 11, 3, 12, 4, 13, 5, 14, 6, 15, 7, 16, 8, 17, 9. In questo caso un settore non consecutivo é inserito nella sequenza e la disposizione logica é tale per cui, se il controller richiede il tempo di passaggio di un settore per completare le operazioni sul precedente, la sequenza su tutta

un settore per completare le operazioni sul precedente, la prestazione su tutta la traccia è la massima possibile.

A seconda di come è costruito il disco solo uno specifico interleave è in grado di fornire le massime prestazioni e non è detto sia 1:1. I valori comuni andavano da 1:1 a 5:1. Per questo le utilities di gestione dei dischi, nella fase di formattazione a basso livello, prevedevano un test (media analysis) per determinare quale interleave fosse il più adatto.

Nei dischi attuali il parametro di interleave non è più necessario né accessibile dall'esterno; tutti i controlli ed i parametri di formattazione del disco sono impostati dal costruttore e non è previsto che l'utente li manipoli in alcun modo. Il fatto che alcune schede madri conservino nel BIOS le utilities di gestione a basso livello del disco o siano disponibili tools con funzioni analoghe non autorizza ad utilizzarli; ricordare che NON è possibile formattare a basso livello i dischi IDE se non con tools specifici del costruttore, ben raramente disponibili agli utenti.

## TORNA SU

---

### Gli errori!

Ma un disco sbaglia? Certo, solo che è organizzato in modo che il sistema non se ne accorga.

Le cause di errore sono molteplici; le tecnologie moderne hanno spinto all'estremo i materiali e l'altissima densità di scrittura, la non perfetta uniformità dei materiali magnetici, l'alta velocità di rotazione e l'intenso flusso di dati possono dare origine ad errori nella lettura. Disturbi elettromagnetici, correnti indotte, problemi termici sono altre cause di errore. Siccome un errore sui dati salvati sul disco sarebbe inaccettabile, tutti i costruttori si sono impegnati a mettere in atto tutte le possibili soluzioni per prevenire questo problema. Ovviamente non stiamo parlando di errori dovuti a crash del motore o delle testine o a danni all'elettronica di controllo: questi mettono fuori uso il disco in parte o totalmente e per la loro prevenzione sono stati implementati opportuni meccanismi (SMART). Il sistema base per la rivelazione degli errori e la correzione in modo trasparente è ECC (Error Correcting Code). Simile a quello implementato nelle memorie RAM, con funzioni analoghe, consiste in algoritmi, ad es. il Reed-Solomon, che permettono all'elettronica di controllo di correggere situazioni di errore dovute alla lettura errata di uno o più bit. Solitamente gli algoritmi si basano sulla ridondanza delle informazioni e prevedono sofisticate routines software. Un settore contiene tipicamente 512 bytes ovvero 4,096 bit; a questi vengono aggiunti altri bit dedicati all'ECC. La quantità dipende dall'algoritmo usato e dalla progettazione del sistema; si deve mediare tra la sicurezza della correzione e la riduzione dello spazio e delle prestazioni. Quando viene scritto un settore, viene scritto anche il relativo numero di bit di ECC; quando il settore viene riletto, l'algoritmo combina dati ed ECC e, verificato un errore, lo corregge nei limiti imposti dal progettista. Questa

operazione, come detto, è del tutto trasparente per l'utente, anche se in alcuni dischi delle famiglie più recenti, i dati di intervento della correzione sono monitorati dal circuito di controllo sia per attivare meccanismi di backup interno (sostituzione di settori difettosi con altri di riserva) sia per segnalare il possibile futuro guasto grave del disco (SMART).

Se i sistemi di correzione dell'errore non sono in grado di intervenire compiutamente, allora il guasto è riportato all'utente.

Una possibile sequenza degli interventi è:

- **Rivelazione dell'errore:** ai dati letti nel settore è applicata la procedura ECC e, se non sono verificati errori, i dati sono inviati all'interfaccia per essere messi a disposizione del sistema.
- **Correzione dell'errore:** l'algoritmo ECC corregge l'errore in lettura utilizzando le informazioni ridondanti. Un errore corretto a questo livello non è considerato realmente un errore.
- **Ripetizione della lettura:** se il sistema ECC non è stato in grado di correggere l'errore perché troppo esteso per le sue possibilità, il passo successivo è un nuovo tentativo di lettura del settore. Questo può essere fatto automaticamente dal circuito di controllo del disco. Spesso un errore è causato da un problema del campo magnetico o da altre cause non ripetitive e la rilettura della zona magnetica permette la correzione dell'errore. In questo caso si parla di dati "recovered" o di errore corretto

dopo un nuovo tentativo.

- **Procedure avanzate di correzione dell'errore:** molti costruttori implementano procedure di correzioni che coinvolgono algoritmi piú sofisticati e, di solito, in grado di correggere l'errore. Perché, allora, non utilizzarli direttamente? Perché la complessità della procedura porterebbe ad un rallentamento del trasferimento dei dati che é accettabile per un errore saltuario, ma penalizzerebbe le prestazioni nel funzionamento corrente. A volte le procedure coinvolgono anche l'hardware, sostituendo, ad esempio, i settori danneggiati con altri tenuti come riserva.
- **Errore non correggibile:** se nessuna delle procedure precedenti é in grado di correggere l'errore il driver segnalerà il guasto al sistema.

### **Mappa dei settori difettosi**

La struttura dei vecchi hard disk in cui la corrispondenza tra parametri fisici e logici era molto stretta e che non disponevano delle sofisticate tecnologie attuali, uno degli elementi tipici era la presenza di una lista di settori difettosi. Il costruttore usualmente forniva il disco con un foglio di collaudo comprendente la lista dei settori trovati difettosi al test, ovvero delle aree dei piatti in cui difetti di metallizzazione rendevano insicura la scrittura dei dati; l'utente avrebbe poi inserito questi parametri nelle opportune tabelle durante la formattazione a basso livello dell'unità, per permettere al sistema di escludere le aree difettose dall'assegnazione degli indirizzi logici.

Allo stato attuale, anche questa funzione non fa parte delle necessità di moderni hard disk che sono strutturati in modo differente, con assegnazioni logiche delle superfici fisiche stabilite durante il processo produttivo e non accessibili o modificabili dall'utente.

**TORNA SU**

728  
x90

---

**Siamo specializzati nel recuperare dati da hard disk: Compaq - Fujitsu - Hewlett Packard  
Hitachi - IBM - Maxtor - Nec - Quantum - Samsung - Seagate - Toshiba - Western Digital**

Oggi è Sabato 12 Aprile 2014 e sono le ore 22 e 05 minuti  
[Versione PDF](#)