
FYZICKÁ STRUKTURA PEVNÝCH DISKŮ, CHARAKTERISTIKA A TECHNOLOGIE

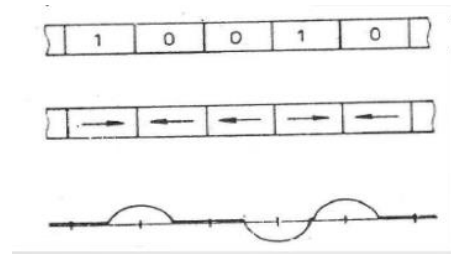
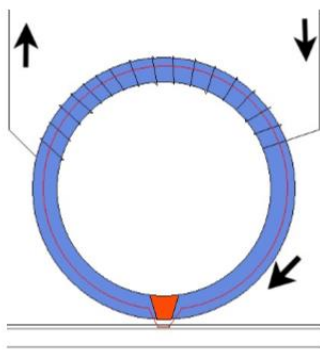
- Princip magnetického záznamu a čtení dat
- Základní pojmy a charakteristika HDD
- Geometrie HDD – stopa, sektor, cylindr
- Adresování CHS a LBA
- Vystavovací mechanismus
- Teplotní kalibrace
- Přístupová doba
- Prokládání
- Kódování
- Prekompenzace
- ZBR, MTBF, SMART
- Technologie SMR, HAMR a MAMR

Princip magnetického záznamu a čtení dat

- samotný disk je vyroben z nemagnetického materiálu – např. sklo, keramika nebo hliník
- povrch je pokryt vrstvou feromagnetického materiálu – většinou oxid železa
- např. oxid železitý, může být smíchán s dalšími látkami (oxid manganu nebo barya)
- má vysokou permeabilitu (vliv prostředí na magnetické pole)
- povrch je pokryt magnetickými doménami, které mají určitou orientaci
- při zápisu se mění jejich orientace pomocí hlavy, která obsahuje cívku
- uprostřed je cívka přerušena úzkou štěrbinou, která může být vyplněna látkou s nízkou permeabilitou, aby nedocházelo a nežádoucímu ovlivňování záznamu v nepravou chvíli
- čtení funguje na opačném principu než zápis (proud není převeden na indukci, ale naopak)
- magnetický záznam na vrstvě disku vyvolá na jádře cívky čtecí hlavy indukci, ta je převedena na elektrický proud, ten svou velikostí odpovídá uložené informaci
- nahrazeno modernějšími technologiemi jako MR, GMR

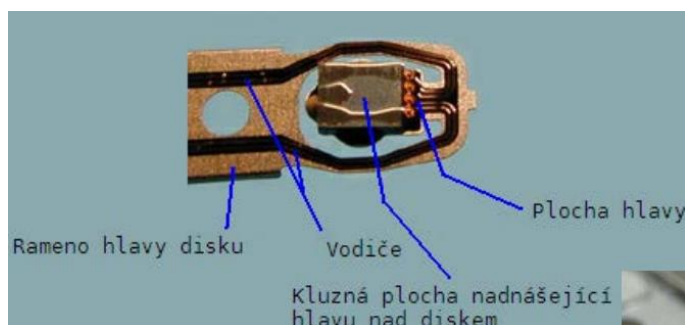
Zápis (princip TF hlavy)

- Změnou polarity napětí na cílce se změní směr toku proudu v záznamové cílce magnetické hlavy, která způsobí změnu magnetického toku jedním nebo druhým směrem, který vnutí záznamové vrstvě orientaci -> 1 a 0



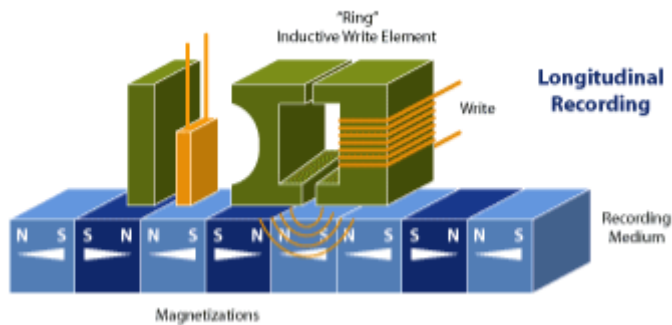
Čtení (princip MR hlavy)

- Jádrem MR hlavy je magnetorezistivní prvek, který je nad pohybující se záznamovou vrstvou, kde jsou různě orientované magnety, které změnou magnetického pole změni odpor, střídá se 1 a 0



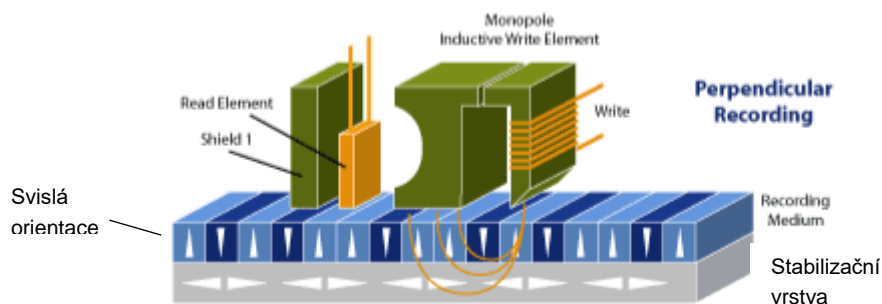
Podélný zápis LMR

- Jednotlivé bity jsou uchovávané vodorovně s plotnou disku
- Při vyšších hustotách dochází vlivem paramagnetismu k samovolné ztrátě uložených dat
- Jednotlivá magnetická pole (bity) se nedají uchovat izolovaně, vzájemně integrují a dochází ke ztrátě informace uložené na disku



Kolmý zápis PMR

- Základními prvky jsou asymetrický elektromagnet a stabilizační vrstva.
- Stabilizační vrstva je umístěna pod záznamovou vrstvou a stará se o to, aby magnetické pole procházelo magnetizovatelnou látkou nikoli podélně, ale pokud možno kolmo.
- Asymetrická hlavička se stará o to, aby pole směřovalo více do hloubky než do šířky.
- Tím jsou prvky záznamové plotny orientovány nikoli podélně, ale svisle.
- Díky svislé orientaci lze dosáhnout až pětinasobné hustoty zápisu



Základní pojmy

Hustota zápisu

- Počet bitů umístěných na jednotku plochy (bit/palec²)
- Seagate dosáhl hustoty záznamu 1 Tbit/palec² (rok 2012)

Záznamová vrstva

- Je tvořena z feromagnetického materiálu
- Jsou v ní uložena data

Parkování hlaviček

- hlavičky parkují nejčastěji do středu disku
- pomalu se snesou po vzduchovém polštáři na plochu
- při nárazech zde hrozí porušení záznamové vrstvy
- bezpečnější je parkovat hlavičky mimo disk (vyjedou a zaparkují vedle)

Vzduchový polštář

- tenká vrstva vzduchu, na které se vznáší hlavička nad povrchem disku
- jsou umístěny nad diskem v jednotkách mikrometrů
- recirkulační filtr – zachytává malé částičky prachu,
- které mohou vzniknout např. třením hlavy o povrch
- barometrický filtr – vyrovnává tlak uvnitř HDD přes ventil a to tak, že vzduch je buď nasáván, nebo vysáván

Počet otáček za minutu

- udává se v RPM – rotates per minute
- u PC a notebooků nejčastěji 4200, 5400 a 7200 otáček za minutu
- u serverů nejčastěji 10000 a 15000 otáček za minutu

Fyzické formátování – LOW LEVEL FORMAT

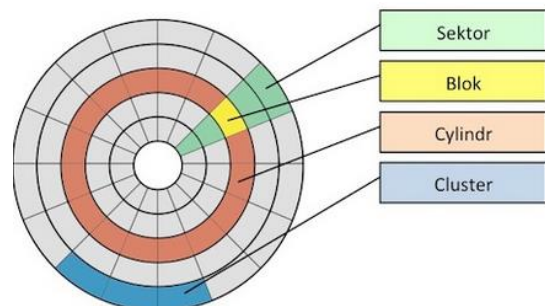
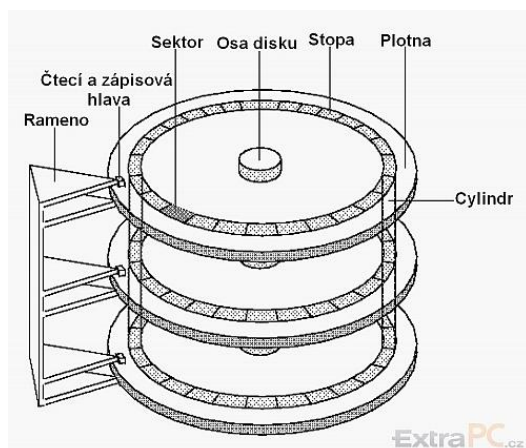
- formátování prováděné výrobcem pevného disku
- provádí se pomocí laseru a přesného nastavení hodnot proudu v cívce vystavovacího mechanismu
- cílem je přesné nastavení hlaviček vystavovacího mechanismu

Charakteristika

- PC zařízení, které slouží k trvalému nebo dočasnému ukládání dat, ukládají se zde všechny nainstalované programy, data, OS
- Data se uchovávají pomocí magnetické indukce
- Výhoda je rychlé čtení dat, nízká cena a velká kapacita disku
- Nevýhoda je spotřeba energie, mechanické řešení, snadné poškození při špatném zacházení

Geometrie HDD

- Stopa
 - soustředná kružnice na povrchu plotny sloužící k záznamu dat
 - Současné pevné disky používají stopy s šířkou 50 až 30 nm, přičemž limitem perpendikulární technologie je 25 nm
 - Číslování od 0 od obvodu dovnitř
 - Hustota stop 30 000 – 50 000 tpi
- Sektor
 - Kruhová výseč jedné stopy
 - Nejmenší možný adresovatelný prostor
 - Čísluje se proti směru otáčení disku na jednotlivých stopách od 1
 - Skládá se z:
 - Identifikační části – adresa sektoru CHS
 - 512B dat
 - CRC zabezpečení dat
- Cylindr
 - Tvoří stopy se stejným průměrem na jednotlivých površích ploten nacházející se v zákrytu za sebou
 - Všechny stopy, které jsou pod sebou
 - Tolik, kolik je cylindrů, je i stop
 - Čísluje se od obvodu dovnitř



Adresování CHS a LBA

CHS

- Trojrozměrné číslování
- Určuje jednoznačnou pozici dat
- Adresace podle geometrie disku – Cylindr Hlava Sektor
- Číslování od 001, na začátku disku je Master boot record a partition table

LBA

- 48 bitová adresa – dokáže zaadresovat až 2 na 48 – 128 milionu GB
- Modernější varianta adresování
- Používá lineární adresaci
 - o Není třeba znát geometrii disku, který byla u nových disků prakticky k ničemu
- Číslování od 0 (LBA0, LBA1) CHS 001 = LBA0

Vystavovací mechanismus

- Je to „strojek“ zajišťující pohyb hlavičky nad povrchem disku
- Kdysi krokový motor, kovový pásek
- V současnosti vystavovací cívka
 - o Cívka s určitým počtem závitů a určité ploše uložena v permanentním magnetickém poli
 - o Změnou proudu v cívce dojde k nasměrování hlaviček nad požadovanou stopu
 - o Na stopu 0 se dostanu např proudem 2mA, na stopu 1 4mA
- Výhodou tohoto mechanismu je velká přesnost a spolehlivost

Teplotní kalibrace - TCAL

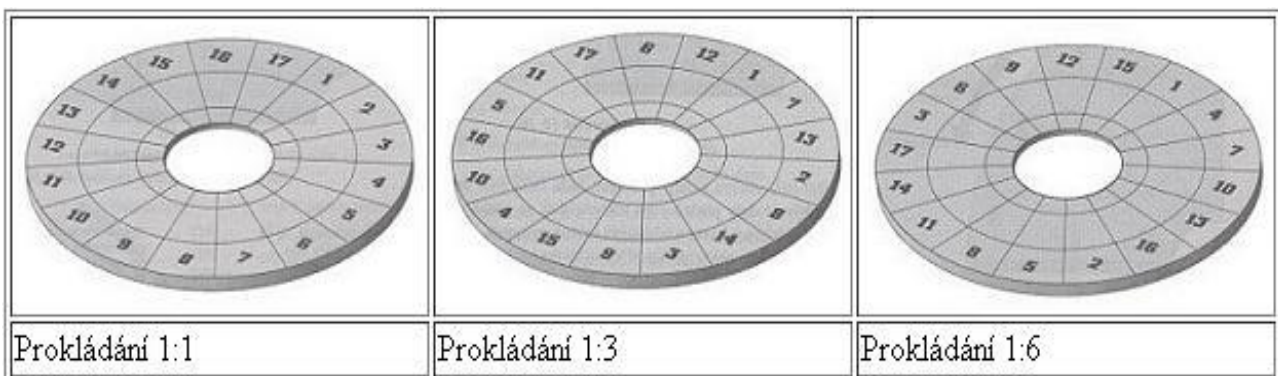
- Během provozu se pevný disk neustále zahřívá, tím může dojít k mírným změnám v umístění hlaviček nad příslušnými stopami, které mohou měnit teplotou své vlastnosti (roztahují se)
- Z tohoto důvodu se musí kontrolovat poloha hlaviček a musí být prováděna kalibrace (oprava polohy hlaviček nad stopou)
- zavedeno kvůli potřeby velké přesnosti umístění hlavičky nad stopou disku
- Na moderních discích se kalibrace provádí za pochodu

Přístupová doba

- je to doba, za kterou je disk schopen pracovat s daty
- skládá se ze tří dob:
 - o vystavovací doba – doba, než se hlavička dostane nad správnou pozici
 - o rotační čekací doba – doba, než se plotna otočí na správnou pozici
 - o přepnutí na jednotlivou hlavičku – hradlo, řádově nanosekundy
- průměrná přístupová doba je v jednotkách milisekund
- nejpomalejší jsou mechanické součásti pevného disku

Prokládání

- rychlost otáčení pevného disku je poměrně vysoká, proto se může stát, že poté, co je přečten (zapsán) jeden sektor a data jsou předána dále, dojde k pootočení disku, takže se hlavičky nenacházejí nad následujícím sektorem, ale až nad některým z dalších sektorů
- muselo by se tedy čekat, než budou hlavy nad požadovaným sektorem a po provedení dalšího čtení (zápisu) by se situace znovu opakovala
- tento způsob by velmi zpomaloval práci pevného disku
- řešením je faktor prokládání pevného disku
- data nejsou zapisována (a posléze čtena) do sektorů hned za sebou, ale jsou vždy zapsána během jedné otáčky disku do každého n -tého sektoru
- faktor prokládání $1:n$, kde číslo n je voleno tak, aby po přečtení a zpracování dat z jednoho sektoru, byla hlavička nad dalším požadovaným sektorem



Kódování

- data se na disk ukládají pomocí změn magnetického toku, tato změna může nastat buď z kladného toku na záporný, nebo naopak
- každá taková změna se při čtení projevuje jako impuls
- k reprezentaci dat se tedy používá přítomnosti nebo nepřítomnosti impulsu (mezera)
- teoreticky by mohla být „0“ zaznamenána pouze jako mezera, ale v praxi by nastal problém při větším počtu nul, kdy by řadič mohl ztratit synchronizaci, a tudíž by nebylo jasné, kolik nul (mezer) bylo doopravdy přečteno
- tento problém řeší kódování dat
- FM = frekvenční modulace
 - o 0 se kóduje jako PN, 1 jako PP
 - o P značí impuls a M mezeru
 - o Zabírá mnoho místa, tímto se na disk vleze podstatně méně dat
 - o Dnes se již nepoužívá
- MFM = modifikovaná FM
 - o Snaha o zmenšení počtu impulsů
 - o 0 je kódována jako PN, pokud je v řetězci 00
 - o Pokud je v řetězci 10, je kódována jako NN
 - o 1 je kódována jako NP
 - o Zmenšení velikosti přibližně o 20%
- RLL modulace
 - o Jednotlivé vzorky a jejich zakódování jsou voleny tak, aby mezi dvěma impulsy byly minimálně dvě a maximálně sedm mezer
 - o Asi o 50% úspornější než MFM
 - o Používáno u starších pevných disků
- PRML, extended PRML, extended partial response

Prekompenzace

- Každý sektor na disku stejnou velikost a nezáleželo na jeho fyzickém umístění na disku
- Data ve středu disku byla velmi natěsnaná, to vedlo k magnetické nestálosti záznamu a slučování bitových informací
- U stop, které jsou ve středu kružnice, proto řadič ukládá data tak, aby pro vzájemném působení mag. sil byla správně uložena
- Pokud by se nevyužilo tohoto ošetření, byla by data na disku velmi nestálá a z pevného disku by se stalo nespolehlivé zařízení

ZBR – Zone Bit Recording

- Zónový záznam
- plocha pevného disku je rozdělena na zóny, jedna zóna obsahuje více stop
- ZBR byl zaveden tak, že v delších stopách (na kraji disku) je sektorů více a v kratších stopách (uprostřed) je jich méně, ale jsou všude stejně velké
- Tím se předchází magnetickému uvolňování dat

MTBF – Mean Time Between Failures

- střední doba mezi poruchami
- v praxi se vezmou pevné disky a jedou až do doby poruchy prvního a druhého, z těchto dvou časů se posléze udělá průměr a ten značí MTBF
- lze taky udělat pomocí různých simulací

SMART – Self Monitoring Analysis and Reporting Technology

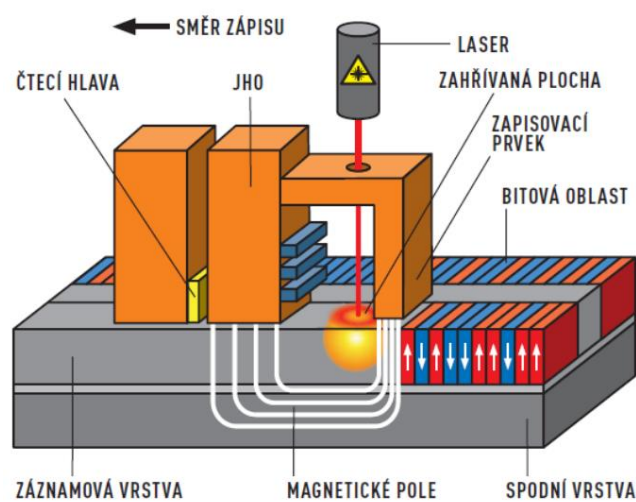
- monitorovací systém pro pevné disky
- během provozu jsou uvnitř pevného disku sledovány různé parametry
- díky nim může správce disku předvídat různá selhání disku a včas zálohovat data
- Při detekci kritických hodnot dojde k odeslání varování operačnímu systému
- Předvídatelné chyby
 - o Mezní výška hlaviček nad záznamovou vrstvou
 - o Počet vadných sektorů
 - o Čas potřebný k roztočení ploten
 - o Teplota disku
- Nepředvídatelné chyby
 - o Náhle napětí
 - o Mechanická poškození
 - o Nadměrné teplo
 - o Vliv vnějšího magnetického pole

SMR technologie

- Diskové hlavy zapisují pomocí silného magnetického pole do mírně se překrývajících magnetických stop
- Pro umožnění čtení tenčí stopy, stejně jak u kolmého zápisu

HAMR technologie

- HAMR dokáže zapisovat data do velice tenkých stop na diskové plotně, ovšem vyžaduje k tomu záznamovou vrstvu z materiálu, s jehož polaritou si lze hrát při vysokých teplotách. Využívá se laser pro zahřívání před zápisem- velice složité na výrobu.
- Díky technologii hamr bude možno bez problémů zdvojnásobit kapacitu současných disků



MAMR technologie

- Zahřívá místo na disku, do kterého se má informace zapsat pomocí mikrovln
- Pro stejné účely jako HAMR

