

[Text.Zive.cz](http://www.zive.cz)

Vše, co jste kdy chtěli vědět o pevném disku - 1. část

23. 4. 2003 | Šustr Jan

Víte, z čeho se skládají a jak fungují pevné disky? Chcete vědět, co ovlivňuje výkon disků a proč tomu tak je? Článek je vzhledem ke své velikosti rozdělen na dvě části, přičemž ta druhá spatří světlo světa v pátek.

Kapitoly článku

[Historie, plotny, čtecí hlavy](#)

[Elektronika, cache, propojky](#)

Historie, plotny, čtecí hlavy

Na úvod trocha historie...

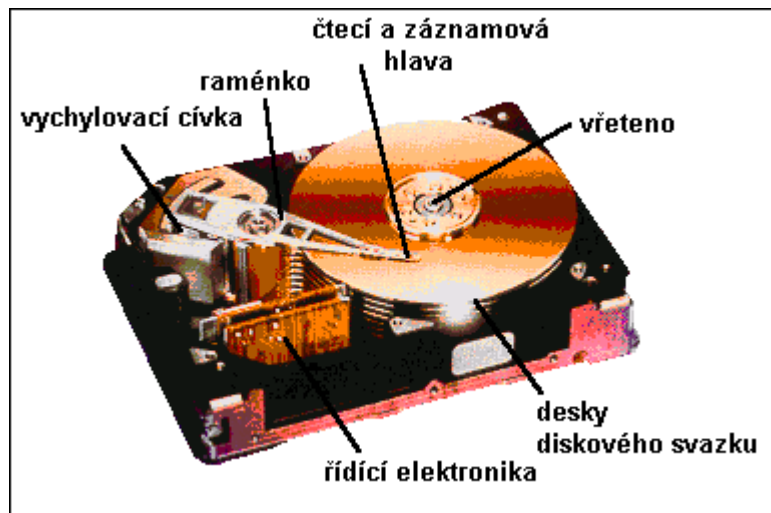
Pevný disk je nedílnou součástí každého dnešního PC a je také jednou z nejzajímavějších součástí. Svoji dlouhou a zajímavou historii započal už v 50. letech, kdy inženýři společnosti IBM zkonstruovali první pevný disk IBM 305 RAMAC s kapacitou celých 5MB ! Pojdme se stručně podívat, jak se pevné disky vyvíjely:

- 1962: IBM uvedlo na trh disk s kapacitou 28 MB a se znatelným zvýšením výkonu.
- 1965: IBM uvedlo model 2310 – první výměnný disk.
- 1973: Další model od IBM, označený 3340, přezdívaný Winchester s kapacitou 60 MB. První disk, který se technicky začínal podobat dnešním diskům.
- 1980: Seagate uvedl model ST-506, který je prvním 5.25" diskem.
- 1983: Rodime uvedl RO352, první 3.5" disk.
- 1988: Conner Peripherals uvedl model CP3022, který se stal prvním 3.5" diskem s úzkým profilem (vypadá už jako dnešní disk).
- 1988: PrairieTek uvedl disk s 2.5" plotnami. Tyto disky se dnes používají v přenosných počítačích.

Co je uvnitř

Základem pevného disku je přibližně 1mm silná lehká plotna ve tvaru disku, vyrobená většinou ze slitin hliníku. Na této plotně se nachází magnetická vrstva a na ní je ještě nanесena tenká vrstva maziva, chránící magnetickou vrstvu před poškozením. Nad těmito vrstvami pluje na vzduchovém polštáři v nepatrné výšce čtecí a zápisová hlava. Při zápisu dat na pevný disk prochází čtecí a zápisovou hlavou proud, který zmagnetizuje magnetickou vrstvu.

Při čtení pak tato magnetická vrstva indukuje v hlavě proud, který je snímán, zesilován a zpracováván dalšími obvody. Magnetická vrstva se nanáší z obou stran plotny, tzn. každé plotně přísluší dvě hlavy. Do disku se většinou nedává jen jediná plotna ale ploten několik, které jsou spojeny středem disku (vřetenem) do svazku. Tím dochází ke zvýšení kapacity pevného disku. Otáčení svazku ploten umožňuje motor v jádru vřetene nebo na povrchu jednotky. Rychlost otáčení ploten je u nových pevných disků 7200 otáček za minutu.

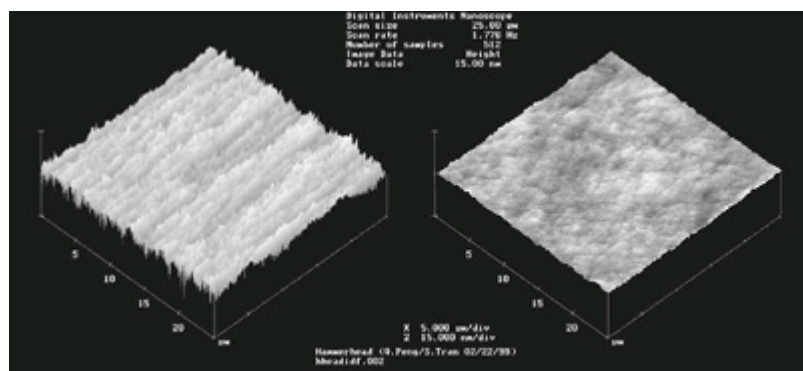


Plotny

Plotny jsou nejdůležitější částí disku, protože právě na nich jsou uložena data. První pevné disky měly plotny o velikosti 5.25", ale dnes jsou plotny velké 3.5". Možná si řeknete, proč tomu tak je. Vždyť přece větší plotna znamená větší kapacitu. To je sice pravda, ale výrobci disků zjistili, že je lepší ztratit trochu na kapacitě a získat mnohem víc na rychlosti (podrobnosti dále). Právě zvýšení rychlosti disku, větší výtěžnost (protože plotny musí být dokonale ploché, je u menších ploten menší pravděpodobnost defektu), rychlejší roztočení z klidového stavu, úspora energie (není potřeba tak silný motor na točení disků) a z toho vyplývající menší zahřívání disku jsou důvody pro menší plotny. Snaha o co nejrychlejší disk přiměla některé výrobce zmenšit plotny až na 2.5" (např. Seagate Cheetah s 15000 ot/min určený do serverů), ale formát disku zůstal 3.5", aby byla zachována možnost připevnění disku do PC bez úprav.

V dnešních pevných discích bývají zpravidla 1-3 plotny, ale některé serverové řady disků mají kvůli rychlosti až 10 ploten.

Každá plotna má dva povrchy, na kterých mohou být uložena data (tak může existovat disk o kapacitě 60GB a velikosti plotny 40GB), a každý povrch má svoji čtecí / zapisovací hlavu. Čím méně ploten disk má, tím lépe. Pokud má disk více ploten, je většinou hlučnější, více vibruje a pomaleji se roztáčí. Proto se výrobci disků snaží, aby měl pevný disk co největší kapacitu na plotnu a co nejméně ploten. Jak už bylo zmíněno, plotny jsou většinou vyrobeny z hliníkových slitin. Výjimkou je firma Hitachi (dřívější IBM), která již delší dobu vyrábí plotny ze skla. Vzhledem k tomu, že plotny musí být extrémně hladké a ploché, je to určitě výhoda (viz obrázek). Další výhodou skleněných ploten je větší odolnost vůči teple a větší pevnost, nevýhodou je naopak křehkost, v případě, že je plotna příliš tenká.



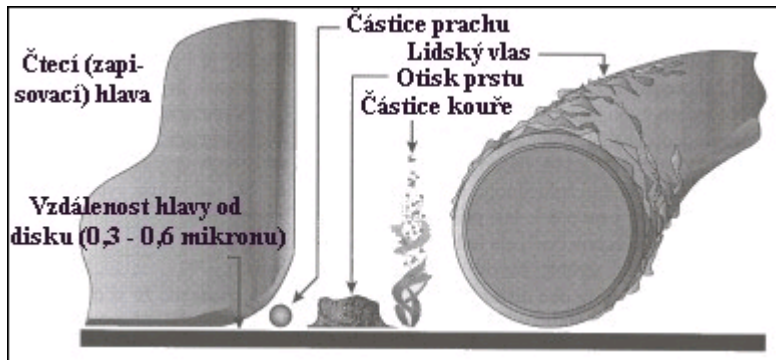
Na pravé straně plotna z hliníku, na levé straně ze skla... Také další firmy experimentují s novými typy ploten.

Magnetická vrstva

Magnetická vrstva nanesená na plotnu je buď z oxidu železa (u starších disků) nebo z velmi slabě naneseného magnetického substrátu (na obrázku je nahoře), který je lepší pro dnešní vysokokapacitní disky (může totiž nést mnohem více informací na stejně velkém povrchu).

Hlavy

Další částí disku jsou hlavy pro čtení a zápis, které jsou vlastně rozhraním mezi magnetickým médiem a elektronikou disku (a tím i zbytkem PC). Také tyto hlavy ovlivňují velmi silně výslednou rychlost disku. Jejich princip je přitom velmi jednoduchý. Jsou to v podstatě měniče energie - mění elektrické signály na magnetické a naopak. Samotná hlava se skládá ze dvou částí, jedna je pro čtení a druhá pro zápis. Tak může být každá část hlavy optimalizována pro svou činnost, a nemusí být univerzální, jak tomu bylo u starších disků. To zvyšuje výkon. V principu se vlastně hlavy podobají hlavám na videorekordéru, až na jednu velkou výjimku - nikdy se nedotýká hlava disku s povrchem disku (s plotnou), pouze při startu nebo vypnutí. Vzdálenost je ale opravdu minimální, u dnešních disků je 5000x menší než je průměr lidského vlasu. Proto se také na plotnu nesmějí dostat žádné nečistoty, protože ty jsou ve srovnání s těmito velikostmi přímo obrovské a okamžitě by způsobily zničení hlavy disku.



Z tohoto důvodu je „uvnitř“ filtr, který dovoluje proudění vzduchu do disku (pro vyrovnání tlaku), a zároveň brání vniknutí nečistot. Je důležité, aby si hlavy zachovaly ten správný „odstup“ od plotny - pokud by se dostaly příliš daleko, špatně by zapisovaly a četly, pokud by se dostaly příliš blízko, hrozí srážka s plotnou. Některé dnešní disky proto mají pro kontrolu SMART položku Head Flying Height. Raději nehybejte s diskem, pokud je zapnutý, jinak by se mohly dotknout hlavy disku s plotnou, což může vést k poškození dat nebo i zničení disku.

Je samozřejmé, že hlavy musí být nějakým způsobem uchyceny ke zbytku pevného disku. To je provedeno pomocí raménka, které má na druhém konci než jsou hlavy **tzv. vychylovací cívkou**. Když protéká touto cívkou určité množství proudu, je vyvoláno magnetické pole, které vychýlí vystavovací raménko do požadované polohy. Disky jsou doplněny zpětnou vazbou, proto u nich nehrozí nebezpečí, že by se hlava nedostala nad požadovanou stopu. Touto zpětnou vazbou jsou naváděcí informace, které jsou většinou na jedné vyhrazené ploše disku. Tyto informace jsou čteny a vyhodnoceny elektronikou disku. Podle nich se pak proud ve vychylovací cívce upraví tak, aby se hlava nacházela vždy na požadovaném místě.

Při ukončení práce s diskem a vypnutí počítače se hlavy musí přesunout do takzvané přistávací zóny (landing zone), kde po zastavení ploten dosednou na jejich povrch. U prvních disků se parkování hlav provádělo příkazem systému. Nyní už se s disky bez parkovacího systému nesetkáváme. U nových pevných disků je systém parkování zdokonalen. U všech druhů disků totiž hrozí nebezpečí, že po mnoha přistáních v parkovací zóně dojde k poškození čtecí a zapisovací hlavy, a tím i ke ztrátě informací. Proto výrobci přidávají do pevných disků speciální dráždla, která při přesunu hlav do přistávací zóny hlavy zachytí, takže na povrch disků vůbec nedosednou. Po opětovném přivedení napájecího napětí na disk jsou hlavy z těchto dráždel uvolněny až po roztáčení disku na plné otáčky. Tím je zabráněno tomu, aby se hlava, např. vlivem chvění, nedotkla povrchu disku při jeho roztáčení a nepoškrábala jej, nebo se sama nezničila. Tímto mechanismem parkování se tedy zvyšuje spolehlivost pevného disku, snižuje nebezpečí ztráty dat, ale zvyšuje se i cena celého řízení.

Elektronika, cache, propojky

Elektronika

Řídicím centrem pevného disku je jeho elektronika. První pevné disky neměly v podstatě žádnou elektroniku a všechny příkazy pro disk musel obstarávat řadič (tehdy většinou umístěný v ISA slotu). S příchodem IDE (Integrated Drive Electronics - volně přeložitelné jako „elektronika integrovaná na disku“) se tento stav změnil. Všechny

IDE disky už mají řadič integrován v sobě a „starají se“ o sebe samy.

Dnešní pevné disky jsou složitější a mají výkonnější elektroniku než celé počítače v 80. letech. To není nic překvapujícího, vzhledem k tomu, že musí zvládat překlad adres (resp. geometrie disku), pokročilé funkce pro vyšší spolehlivost, rychlejší rozhraní atd. Elektronika se skládá z mikroprocesoru, paměti (cache) a obvodů, které kontrolují stav disku.

Hlavními funkcemi elektroniky jsou:

- kontrola rychlosti otáčení disku.
- kontrola přesunu hlav nad plotny.
- zprostředkování všech operací čtení nebo zápisu.
- „překlad“ geometrie disku.
- spravování vyrovnávací paměti (cache) a její optimalizace.
- doplnění pokročilých funkcí pro zvýšení rychlosti a spolehlivosti.
- zesilování signálů jdoucích z hlav a jejich převedení na „jedničky a nuly“ (a naopak při zápisu).
- řízení toku informací z/do disku.
- optimalizace pořadí požadavků na čtení a zápis (pro rychlejší vykonání).

Firmware

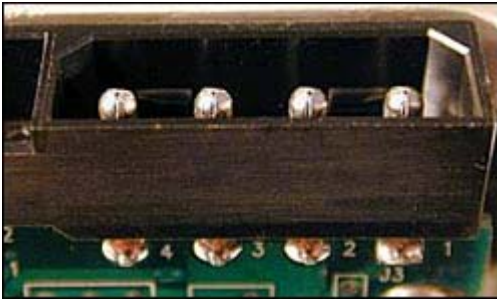
Vzhledem k tomu, že pevný disk má svůj mikroprocesor, má také „program“, který v něm běží. Říká se mu firmware a může být „přeflashován“ stejně jako se to dělá u základních desek, grafických karet atd. Nestává se ale moc často, že by bylo potřeba nahrát nový firmware. Když se totiž změní firmware, většinou se také změní samotný disk (resp. jeho elektronika).

Cache

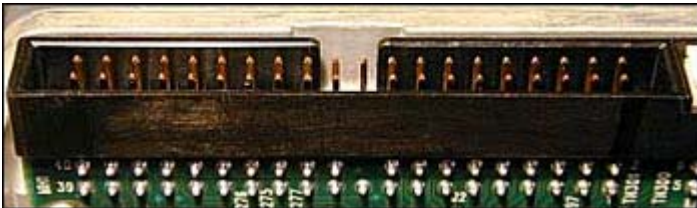
Cache disku (někdy také nazývaná buffer) je spojnicí mezi pomalým zařízením (plotny) a rychlým zařízením (zbytek PC). V dnešní době je její velikost obvykle 2MB nebo 8MB (u serverových SCSI disků to ale bývá mnohem více). Cache je používána na naposledy přečtená data nebo na data, která následují na dalším sektoru (nebo je pravděpodobné, že budou potřeba v budoucnu). Navíc pokud je sběrnice zaneprázdněná, může disk pokračovat ve čtení, a poté data „odeslat“ z cache mnohem rychleji. Přínos cache ale není nijak obrovský, např. vůbec nepomůže při náhodném čtení mnoha malých souborů z různých částí disku, protože pokud data nebyla nedávno použita, musí je disk stejně přečíst znovu. Cache se také neprojevuje na výkonu při načítání např. 50MB souboru, jednoduše proto, že velikost cache je jen několik procent z celkové velikosti souboru. Vše zde napsáno o čtení platí i pro zápis, ale s jistými nástrahami. Pokud se cache používá i při zápisu (tzn. funguje write-back caching), data, která pošle systém pevnému disku, se uloží do cache a elektronika disku vyšle informaci o tom, že data byla úspěšně uložena. Teprve pak se stará o jejich skutečné uložení. Tento postup je v pořádku do té doby, dokud funguje přívod elektrické energie. V té chvíli se totiž ztratí všechna data v cache a co je horší, systém o tom neví, protože dostal zprávu, že byl zápis úspěšně proveden. To může vést třeba k poškození operačního systému a nebo k úplné ztrátě dat !!!

Konektory

Pevný disk ale musí být propojen se zbytkem PC a také mu musí být dodávána elektrická energie. Na následujících obrázcích jsou konektory pro napájení a IDE/ATA konektor (SCSI v tomto článku rozebírat nebudeme).



Pevné disky používají standardní 4-pinový napájecí konektor, který dodává disku +5V a +12V.



Klasický 40-pinový obdélníkový konektor pro IDE/ATA kabel.

Propojky

Každý pevný disk má minimálně toto rozvržení propojek. Master pro připojení na konec IDE kabelu, slave pro připojení na prostředek kabelu a cable select pro automatické nastavení podle toho, kam se disk připojí (musíte ale mít 80-pinový kabel). Tyto názvy jsou čistě orientační, neznamena to v žádném případě, že by zařízení na masteru nějak „ovládalo“ zařízení slave. Některé pevné disky mají také tzv. „omezovací“ propojky, aby bylo možné tyto disky provozovat i na starších PC se staršími BIOSy. Např. 40GB disk se pak hlásí jako 32GB a může být alespoň částečně používán.



Příklad...

Na závěr této části si ukážeme jeden příklad, co vše se stane, když se mají přečíst nějaká data z disku. Situace je poněkud zjednodušená, ale dobře vysvětluje postup při čtení.

1. Prvním krokem pro přečtení dat je nalezení, kde se vlastně data nachází. Dochází k několikanásobnému překladu adresy dat - z aplikace do operačního systému, dále do BIOSu a do elektroniky disku. Zde se vlastně teprve zjistí, která stopa, sektor a hlava se má přečíst.
2. Elektronika disku nejdříve zjistí, jestli se data nenacházejí v cache. Pokud ano, odešlou se ihned data zpět a není potřeba vůbec číst data ze samotné plotny.
3. Pokud se plotny neotáčí (pravděpodobně proto, že OS nařídil disku vypnout se a tím ušetřit energii), elektronika disku k tomu dá pokyn.
4. Provede se poslední kontrola adresy dat a elektronika dá příkaz raménku s hlavami, aby se přesunulo nad danou stopu.
5. Jakmile jsou hlavy ve správné pozici, elektronika disku dá pokyn k aktivaci té hlavy, ze které plotny se budou data číst. Hlava počká, dokud pod ní není určený sektor a poté ho přečte.
6. Elektronika disku usměrňuje tok dat ze čtecí hlavy do dočasného „skladiště“ (cache) a poté data posílá skrz rozhraní disku do paměti systému.

V druhé části článku (vyjde v pátek) se podíváme na výkon disků a dozvíte se vše o rozhraní IDE/ATA

