

# Ako funguje hard disk

PETER KOLLÁR – MARIÁN KIREŠ

Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Košice, Slovensko

Digitálne technológie nadchýňajú takmer každého z nás svojimi možnosťami, používateľským komfortom, dostupnosťou a neustále napredujúcou technickou vyspelosťou. Ich funkčnosť je založená na fyzikálnych princípoch, ktoré ostávajú pred bežným používateľom častokrát neodkryté. Ako rozpoznáva display pohyb prstov? Ako akumulátor uskladňuje elektrickú energiu potrebnú pre napájanie daného zariadenia? Ako si pamäťové média uchovávajú zaznamenané informácie?

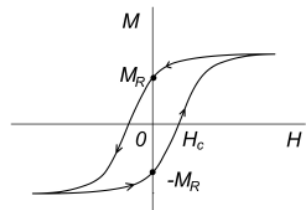
V snahe zvýšiť záujem o fyzikálne vzdelávanie sa ako jedna z ciest ukazuje prezentácia a priblíženie základných fyzikálnych princípov zariadení, pričom jedným z nich je aj hard disk. Pripravili sme názornú ukážku princípu záznamu, snímania a uchovávania digitálnej informácie pomocou magnetického záznamu. Experiment je možné realizovať ako interaktívnu demonštráciu riadenú vyučujúcim [1], alebo ako žiacke riadené bádanie [2].

## Magnetizmus v hard disku

Hard diskom nazývame zariadenie na zaznamenávanie a uchovávanie dát, ktoré v stave uchovávania informácie nepotrebuje prijímať energiu zvonku. Princíp zaznamenávania dát je založený na existencii dlhodobo stabilného remanentného stavu magnetických materiálov. História hard disku sa začala písať v roku 1956 keď prvý hard disk bol vyvinutý vo firme IBM mal kapacitu 3,75 MB (megabajtov), ktorá dosahuje v dnes už bežných hard diskoch 1 TB (terabajt). V hard diskoch sa zaznamenáva informácia v binárnom kóde, teda zariadenie si pamätá len sled logických núl a jednotiek.

Významnou vlastnosťou fero- a ferimagnetických materiálov je skutočnosť, že ich magnetizácia  $M$  nie je jednoznačnou funkciou magnetického poľa, ale závisí od intenzity magnetického poľa podľa funkcie nazývanej hysterézná slučka (obr. 1).

Po aplikovaní relatívne intenzívneho magnetického poľa a jeho následnom vypnutí si látka zachová remanentnú magnetizáciu  $M_R$ , teda stane



Obr. 1: Hysterézná slučka

sa zdrojom trvalého magnetického poľa (stane sa permanentným magnetom). Ak bola látka vystavená účinku magnetického poľa v opačnom smere, tak po jeho vypnutí ostane zmagnetovaná na hodnotu magnetizácie  $M_R$ . Týmto dvom z časového hľadiska stabilným stavom, môžeme priradiť v binárnej sústave hodnoty 0 alebo 1 napr. tak, že remanentnej magnetizácii  $M_R$  priradíme hodnotu 1 a  $-M_R$  hodnotu 0.

Z uvedeného vyplýva, že magnetický materiál sa dokáže správať ako pamäťové médium. Veličina  $H_c$  sa nazýva koercivita a predstavuje odolnosť materiálu voči strate informácie pod vplyvom nežiaduceho magnetického poľa, ktorá má v skutočných hard diskoch (obr. 2) dosahovať primerane vysoké hodnoty.



Obr. 2: Pohľad na hard disk diskovej jednotky

Z hľadiska princípu činnosti hard disku je potrebné vedieť, že samotný magnetický materiál je v tenkej vrstve nanosený na magneticky neaktívnej (najčastejšie hliníkovej alebo sklenenej podložke). Magneticky aktívna vrstva je ďalej pokrytá ochrannou vrstvou uhlíka.

Magnetický materiál (obvykle oxidy železa, alebo kobaltu hrúbky 10 nm až 20 nm) vykazuje anizotropiu, vďaka ktorej ľahký smer magnetizácie je kolmý na smer povrchu kruhovej platne. Zmenu stavu magnetického materiálu možno vykonať magnetickým poľom, ktorého zdrojom je maličká cievka tesne nad povrchom feromagnetika (obr. 3).



Obr. 3: Pohľad záznamovú a čítaciu hlavu hard diskovej jednotky

Čítanie informácie sa vykonáva pomocou hlavy v ktorej sa nachádza prvok, ktorého odpor je citlivý na magnetické pole na základe javu magnetorezistencie.

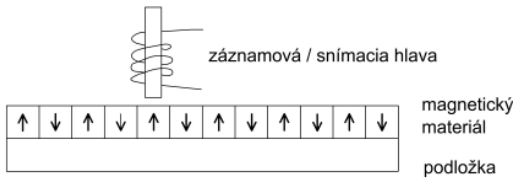
### Záznam informácie v binárnom kóde

Všetky informácie sú na hard disku zaznamenané v binárnom kóde. Tab. 1 ilustruje spôsob zápisu čísel dekadického sústavy 0 až 15 pomocou štyroch údajov v binárnej sústave.

číslo v binárnej sústave				číslo v dekadickej sústave		číslo v binárnej sústave				číslo v dekadickej sústave	
$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$10^1$	$10^0$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$10^1$	$10^0$
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	9
0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	3	1	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	4	1	1	0	0	1	2
0	1	0	1	0	5	1	1	0	1	1	3
0	1	1	0	0	6	1	1	1	0	1	4
0	1	1	1	0	7	1	1	1	1	1	5

Tab. 1: Čísla v binárnej a dekadickej sústave.

Údaje v binárnej sústave sú zaznamenané pomocou malých magnetických buniek nanometrických rozmerov v lokalitách povrchu disku (obr. 4). Každá z týchto buniek môže byť priečne zmagnetovaná buď nahor (hodnota 1) alebo nadol (hodnota 0).

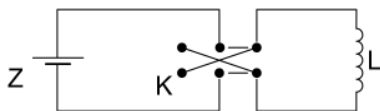


Obr. 4: Priečný záznam informácie

### Demonštrujeme magnetický záznam

Záznam binárnej informácie môžeme demonštrovať modelom magnetickej vrstvy hard disku vytvoreným sústavou štyroch klinčov. Klince zatlačené do drevenej doštičky predstavujú štyri pamäťové bunky s rádcom  $2^3$ ,

$2^2$ ,  $2^1$ ,  $2^0$  nesúce informáciu o čísle v binárnej sústave. Vzďalenosť klinecov je volená tak, aby sme na jednotlivé klinec ľahko nasunuli cievku (napr. zo školského rozkladného transformátora). Klinec sú zhotovené s ocele, ktorá z magnetického hľadiska predstavuje magneticky materiál s nie príliš vysokou koercivitou, takže ho bude možné premagnetovať pomocou relatívne nízkeho magnetického poľa. Pre nastavenie remanentného stavu pamäťovej bunky – klinec – použijeme cievku s 900 závitmi napájanú zo zdroja jednosmerného napätia 30 V/10 A cez komutátor (obr. 5).



Obr. 5: Schéma zapojenia napájania magnetizačnej cievky

Pri zápise informácie cievku nasunieme na klinec a na krátku chvíľu zapneme komutátor do jednej z krajných polôh. Komutátorom zopnutý príslušný smer prúdu cez cievku, vytvorí magnetické pole želanéj orientácie, zodpovedajúce napr. stavu 1. Po vypnutí magnetického poľa pamäťová bunka ostane v remanentnom stave odpovedajúcim číslu 1.

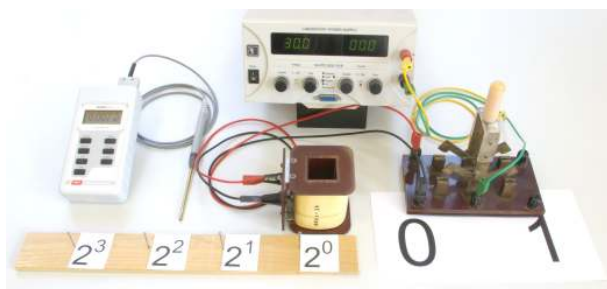
Po vypnutí komutátora cievku postupne presunieme na ďalšie pamäťové bunky (klinec) a zapíšeme želanú informáciu. Ak je komutátor v druhej krajnej polohe, zmenili sme smer prúdu v cievke a tým aj smer magnetického poľa produkovaného cievkou. Magnetizáciou klinec pri tejto polohe komutátora dosiahneme stav 0.

Dbáme na to, aby sme počas experimentu nemenili zvislú orientáciu cievky.

Informáciu zapísanú v pamäťových bunkách prečítame teslametrom s axiálnou sondou, ktorú postupne pritlačíme na hlavičky jednotlivých klinecov. Kladná hodnota remanentnej magnetizácie odpovedá číslu 1 a záporná číslu 0. Na absolútnej hodnote magnetizácie pri digitálnom zázname a snímaní informácie nezáleží. V školskej praxi je vhodné použiť aj sondy magnetického poľa pripojené na niektorý zo systémov pre počítačom podporované meranie (CoachLab II, ISES, Vernier a pod.). Pohľad na nami zostrojenú experimentálnu zostavu je na obr. 6.

Na overenie pochopenia fyzikálneho princípu uvedeného zariadenia je vhodné pripraviť aj ďalšiu drevenú doštičku s klinecami, ktoré boli vopred zmagnetované pre zápis vybraného čísla. Úlohou študentov je ozrejmiť experimentálnu zostavu, princípy jej činnosti a meraním určiť hodnotu za-

písaného čísla. O trvácnosti zápisu sa ľahko presvedčíme na niektorej z nasledujúcich hodín premeraním magnetizácie klinecov.



Obr. 6: Pohľad na experimentálnu zostavu

## Záver

Máme v praxi overené, že opísaný demonštračný experiment predvádzaný učiteľom je možné viesť ako interaktívnu demonštráciu využívajúc prvotné poznatky študentov gymnázia z magnetizmu, pričom postačuje úroveň informácií ako je uvedené v časti 1. Pri práci viacerých skupín postačuje vybavenie: zdroj napätia, komutátor, cievka doska s klinecami a prepojavacie vodiče. Študenti v skupinách po troch zostavia experimentálnu aparatúru, prediskutujú navzájom jej princíp a zmagnetizujú klinec na jednej doske. Použitím magnetickej sondy (postupne koluje medzi skupinami) v záverečnej fáze cvičenia overia správnosť svojho postupu a prezentujú svoj magnetický záznam spolužiakom.

## Podakovanie

Príspevok vznikol pri riešení APVV projektov zameraných na popularizáciu vedy: APVV LPP-0093-09 Nanomateriály pre environmentálne aplikácie: budúcnosť je v rukách študentov a APVV LPP-0223-09 Veda na scéne Slovensko.

## Literatura

- [1] *Wenning, C.*: Levels of Inquiry: Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes. *Journal of Physics Teacher Education Online*, roč. 2 (2005), č. 3, s. 3–11.
- [2] Projekt ESTABLISH. [www.establish-fp7.eu](http://www.establish-fp7.eu).