

Diskety a disketové jednotky

Ing. Ivan Khol, DM Servis

V současné době se ve výpočetní technice používají pro uložení dat dvě magnetická média – pásek a disk. Jelikož právě diskové paměti ve všech podobách doznaly značného rozšíření, rád bych o nich v tomto seriálu přinesl základní informace.

Pomineme-li zařízení, která se používají pouze výjimečně (např. výměnný pevný disk Winchester), lze disková magnetická média rozdělit do tří kategorií:

- Výměnný pevný disk (hard-disk),
- nevýměnný pevný disk (Winchester),
- diskety (floppydisk, pružný disk).

Každé médium má své výhody a nevýhody, které určují k jakému účelu a typu počítače se dané médium používá.

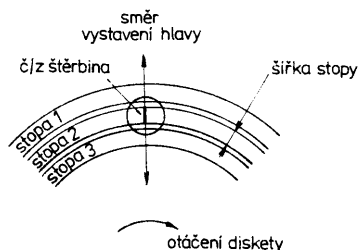
Výměnný pevný disk spolu s příslušným zařízením je charakterizován velkou kapacitou (až stovky MB), rychlostí, hmotností, příkonem a hlavně vysokou cenou. Používá se prakticky pouze u velkých počítačů a minipočítačů. K osobním počítačům je nepřijatelně obtížné.

Nevýměnný pevný disk typu Winchester má kapacitu do 300 MB a je charakterizován poměrně velkou rychlostí, relativně malou hmotností a malým příkonem. Cenově je přiměřený počítačům třídy IBM – PC. Rozměry současných Winchesterů umožňují jejich vestavění do počítačů této třídy místo jedné či dvou disketových jednotek. Nevýhodou je nevýměnnost nosiče informace – je-li disk plný dat, o která nechceme přijít, je možno je kopírovat buď na spousty disket nebo na záložní páskovou paměť (streamer), a pak jej plnit novými daty. Jeho kapacita umožňuje pracovat najednou s velkými objemy dat (databáze apod.).

Nejrozšířenějším médiem je disketa. Její kapacita zpravidla nepřesahuje 2 MB a rychlost vyhledání a přečtení dat lze vyjádřit v sekundách. To je její hlavní výhoda proti kazetopáskovému paměť (Sinclair, SORD M5, SAPI-1, PMD-85, SHARP MZ 800 apod.), tím spíše, že floppydisková mechanika s pomocí počítače data vyhledá sama. Diskety jsou výměnné a při zachování určitých pravidel přenosné mezi počítači. Cena médií (disket) je nízká, cena mechaniky je dnes asi 250 DM. Vzhledem k jejich rozšíření se budou dále zabývat výhradně právě floppydiskovými mechanikami a disketami.

Pružný disk neboli disketa

Disketa je kotouč tenké plastické fólie s nanesenou magnetickou vrstvou (podobně jako mgf pásek), uzavřený nevýměnně v pružném čtvercovém pouzdře. Po vsunutí do disketové mechaniky se disketa v pouzdře točí a čtecí/zápisový systém k ní má přístup výřezem. Záznam a snímání se provádí speciální čtecí a zápisovou hlavou do kruhových stop (tedy nikoli spirály jako u gramodesky). Stopy jsou na disketě tvořeny pouze magneticky, okem nejsou pozorovatelné. Disketa se točí vždy stejným směrem, a to vpravo při pohledu na hlavu shora. Zjednodušeně je znázorněn zápis stopy na obr. 1. Mechanika vystaví posuvným pohybem hlavu nad požadovanou stopu, zvláštní mechanismus přitlačí disketu k hlavě a provede se zápis či čtení. Šířka štěrbinu hlavy je 1 až 1,5 μm (jako u mgf hlavy) a také velmi záleží na její kolmosti ke stopě. Vzhledem k otáčkám diskety je kmitočtově snímání hlavou podstatně vyšší než u magnetofonu – až 250 kHz. Zpracování signálu, šířka a počet stop a způsob záznamu bude popsán později. Každá stopa má svůj začátek a konec. Ten je určen tzv. indexovým otvorem, což je malá dírka v disketě. V okamžiku průchodu otvoru optickým čidlem je generován impuls, který označuje začátek stopy. Stejně jako stopa, i celá disketa musí mít svůj začátek. Tím je



Obr. 1. Záznam na disketě

stopa 00. Má zvláštní postavení nejen proto, že je na kraji a je tedy první. I v tomto případě mechanika generuje určitý signál jako informaci o tom, že hlava se nachází na nulté stopě.

Rozdělením diskety na stopy (číslijí se od nuly) dělení nekončí. Téměř bez výjimky se každá stopa dělí do tzv. sektorů. Jejich počet může být různý a i zcela shodné diskety mohou být uspořádány s různým počtem sektorů. První sektor (číslijí se od jedné) přichází k hlavě po indexovém impulsu. Sektory na disketě představují tedy části kružnice a jejich celkový počet je součin počtu sektorů na stopě a počtu stop. Každý sektor představuje ucelený záznam určité konstantní délky a je vždy čten či zapisován jako celek.

Označení začátků sektorů je možné dvěma způsoby – hard sektor a softsektor.

První způsob, dnes užívaný velmi zřídka, používá věnec děr podobných indexové a stejným senzorem i snímáním; elektronika pak oddělí indexový impuls od sektorových. Na současných mechanikách jsou většinou tyto diskety nepoužitelné.

Druhý způsob označuje začátky sektorů magnetickým záznamem na disketě, podobně jako uložená data. Lze tedy říci, že nenahraná disketa už má části stop nahrané tzv. záhlavími sektorů. V záhlaví sektoru jsou důležité informace, které zpracovává počítač. Soft (angl. měkký) sektor lze tedy smazat nebo přehrát jiným uspořádáním (jiné délky sektorů).

Často slyšíme při udání kapacity údaj formátovaná či neformátovaná data. Je-li udána kapacita diskety s poznámkou „neformátovaná“, znamená to celkovou kapacitu diskety včetně sektorových značek, synchronizačních polí a dat. „Formátovaná“ kapacita vyjadřuje celkové množství zaznamenaných dat. Bývá zpravidla o 15 až 40 % menší než neformátovaná (závisí od délky sektorů), a z hlediska použití diskety pro uložení dat je důležitější. Hardsektorové diskety mívají obě kapacity shodné.

Zacházení s disketami se řídí určitými pravidly. Nesmí se vystavovat vysokým teplotám, silným magnetickým polím (přijímač i pole v tramvaji a metru

Přehled nepoužívanějších formátů disket:

disketa	počet hlav	počet stop	záznamová rychlost kbit/s	kódování dat	otáčky motoru za min	neform. kapacita v kB	poznámka
8"	1	77	250	FM	360	400	IBM formát
	1	77	500	MFM	360	800	
	2	77	250	FM	360	800	
	2	77	500	MFM	360	1600	
5,25"	1	40	125	FM	300	125	
	2	40	125	FM	300	250	
3,5"	1	40	250	MFM	300	250	IBM PC XT
	2	40	250	MFM	300	500	
	1	80	250	MFM	300	500	
	2	80	250	MFM	300	1000	
3,5"	2	80	500	MFM	360	1600	IBM PC AT
	2	80	500	MFM	360	1600	
3,5"	2	80	500	MFM	300	2000	IBM PS 2

Přehled zkratk používaných na disketách:

- SS** – single side – jednostranná disketa;
- DS** – double side – oboustranná disketa;
- SD** – single density – jednoduchá hustota záznamu (FM);
- DD** – double density – dvojitá hustota záznamu (MFM);
- DTr, DTD** – double track density – dvojnásobný počet stop (jen při 5,25" a 3,5", 80 stop na jedné straně);
- QD** – quad density – čtyřnásobná hustota (= DS + DD + DTr);
- HD** – high density – vysoká hustota (= přenosová rychlost MFM 500 kB s⁻¹ při 360 ot/min);
- 8" (standard),
- 5,25" (minifloppy),
- 3,5" (mikrofloppy),
- diskety nestandardních formátů (4", 3,25", 3") (" znamená palec/inch = 25,4 mm).
- Single head** – pro použití na jednostranné mechanice;
- Soft sector** – bez hardsektorových děr;
- HS** – Hard sector – s hardsektorovými děrami;
- 48 t.p.i.** – pro mechaniky s jednoduchou hustotou stop; pro diskety 5,25";
- 96 t.p.i.** – pro mechaniky s dvojitou hustotou stop; pro diskety 5,25";
- n sector holes** – n sektorových otvorů (hard – sektor);
- WPW** – write protect window – diskety s možností zákazu zápisu;
- t.p.i.** – track per inch – stop na palec (příčná hustota).
- b.p.i.** – bit per inch – bitů na palec (podélná hustota, záznamu).

může škodit) a vysoké vlhkosti. Nesmí se přehýbat a dotýkat se prsty či jinak samotného nosiče. Prach a špina disketám škodí, v nepříznivém případě lze přijít o uložená data. Při dodržení těchto zásad a bezchybnosti mechanik jsou data uložena spolehlivě a lze je bez nebezpečí mnohokrát opakovaně číst, i když postupně odmazávání při čtení skutečně existuje díky remanenci samotné mgf hlavy. Zpravidla se však odmazávání ustálí na určité úrovni a dále již nepokračuje.

Diskety 8"

Diskety 8" (200 mm) jsou nejstarším druhem disket (obr. 2). Tato disketa má vždy 77 stop (0-76). V základním provedení SS, SD má kapacitu 400 kB neformátovaných. Výřez pro indexový otvor má pozici B. Bývá označena Soft sector, nejčastější počet sektorů je 26. Tyto diskety se dnes u nás používají nejčastěji (na mechanikách CONSUL 7111, 7113, MF 3200, MF 6400) u systémů SMEP, Aritma, Consul, SAPI-1, TNS apod. Hardsektorové diskety mívají 8, 16 nebo 32 sektorů a lze je snadno poznat – opatrným (!) protočením diskety v pouzdře nalezneme více než jeden otvor na otáčku. Výřez pro indexový a sektorové otvory bývá v pozici B nebo D (to v případě, že sektorové otvory jsou ještě před stopou 0).

Zdvojnásobení paměťové kapacity diskety bylo dosaženo použitím dvojitě hustoty záznamu. Taková disketa SS, DD má kolem 800 kB neformátovaných. Pracovat v dvojitě hustotě je možno na mechanikách MF 6400 (800 kB = 6400 kbit). Z našich zařízení takto pracuje však velmi málo systémů (např. Robotron 1715, nové TNS). Další zdvojnásobení je možné použitím obou stran diskety. Disketa DD, DS má 1,6 MB neformátovaných; výřez pro indexový otvor je v pozici C. Pro tyto diskety má FD mechanika dvě proti sobě umístěné hlavy. Strany mají označení 0 a 1. Protilehlé stopy na dvou stranách tvoří tzv. cylinder – 8" DS disketa má tedy 77 cylinderů po dvou stopách.

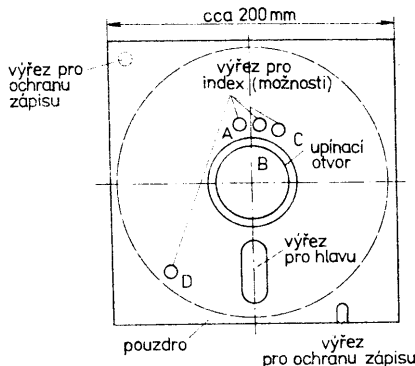
Představitelem 8" FD mechaniky se dvěma hlavami je typ C7115. Aby bylo možno využít oboustrannost disket na původních jednostranných mechanikách, byly vyvinuty tzv. reverzibilní diskety. Mají dva výřezy pro indexový otvor v pozicích A a B. V jednom okamžiku jsou data přístupná pouze z jedné strany; po otočení diskety v mechanice lze pracovat pouze s druhou stranou. Reverzibilní diskety nesou označení DS, Single head.

Některé 8" diskety mají také výřez pro ochranu zaznamenaných dat (obdobně jako běžné mgf kazety CC mají vylomitelný plastický výstupek). Tyto diskety nesou označení W/WP. Zapisovat lze až po přelepení výřezu neprůhlednou páskou. Protože poloha výřezu nebyla normou stanovena, existují i diskety, které mají otvor zákazu zápisu v horním rohu diskety (čárkovaně na obr. 2).

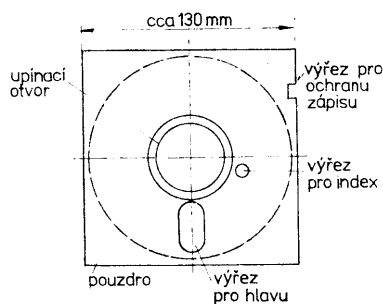
Všechny 8" diskety mají 77 stop (cylinderů), hustotu 48 t.p.i. a nominální otáčky $360 \pm 2\%$ za minutu. Jiná hustota stop a otáčky nejsou mezinárodně standardizovány. Existují však i diskety 8" s kapacitou až 10 MB (Hitachi), ale vzhledem k ojedinělosti a neobvyklosti je nebudeme popisovat.

Diskety 5,25"

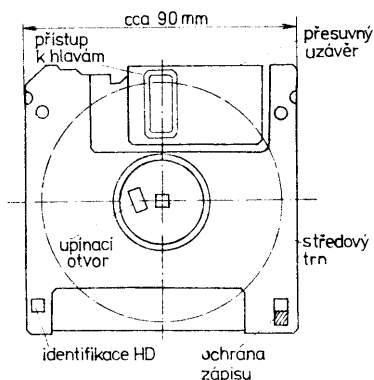
Minidisketa 5,25" (obr. 3) nahradila standardní 8" především pro svou velikost. Její vývoj byl obdobný. První minidiskety měly 35 stop (MOM MF 1800/900, ISOT 5050E), ale brzy se počet zvýšil na 40 (0-39) stop s hustotou 48 t.p.i. Celková kapacita byla 125 kB. Počet sektorů 10 nebo 16 u hardsektoru a 9 či 16 u softsektorové diskety. Tyto diskety se dnes již téměř nepoužívají.



Obr. 2. Disketa 8"



Obr. 3. Disketa 5,25"



Obr. 4. Disketa 3,5"

ji pro svou malou kapacitu (Robotron K5600.10 pro FM). 250 kB neformátované kapacity bylo dosaženo zavedením dvojitě hustoty (SS, DD). Mechaniky pro tyto diskety jsou např. CONSUL 7121, ROBOTRON K 5600.10, M 54 S, TEAC FD 55 A, BASF 6106 atp.). Potom se přešlo na oboustranný záznam s pomocí dvou hlav – DS, DD disketa v mechanice (M 54D, TEAC FD 55B, BASF 6108, 6128) poskytuje 500 kB neformátovaných. Tyto jsou nyní nejrozšířenější díky použití v IBM PC/XT. Dále se vývoj minidisket od standardních odchyloje. Zavádí se dvojitě hustota stop (96 t.p.i.), disketa má tedy 1×80 (M 58S, BASF 6116, Robotron K 5600.20) nebo 2×80 stop (M 58D, BASF 6138, TEAC FD 55F). Jsou použity např. v Robotron 1715 apod. Neformátovaná kapacita je 1 MB. Vzhledem k menší šířce stopy a kratší záznamové šterbině hlavy vznikají někdy problémy při čtení těchto disket na 40stopé mechanice. Označení disket je DS, DD, 96 t.p.i. nebo DS, QD.

I minidiskety mají výřez pro ochranu zápisu. Zalepením výřezu je zápis zakázán. Existuje však i obrácený způsob (ECMA), tj. otevřený výřez zakazuje zápis. Tato možnost je na starších mechanikách volitelná.

Kódování dat pro zápis na disketu je shodné u všech druhů disket. Rozdíl je však v zápisové rychlosti – vzhledem k nižším otáčkám (300 min^{-1}) a menšímu průměru minidiskety je kmitočtů zaznamenaných dat poloviční oproti standardní disketě.

V současné době se začíná prosazovat další zvětšení kapacity diskety 5,25". Přejíždí se na záznamovou rychlost 8" disket. Přitom se zvyšují otáčky na 360 min^{-1} a tak lze na minidisketě pracovat s formátem DS, DD standardních 8" disket. Neformátovaná kapacita je $1,6 \text{ MB} \times 80$ stop DS, DD. Diskety mají označení HD, ale to není přesně standardizováno. Mechanika je např. TEAC FD 55G.

I mezi minidisketami existují extrémní s kapacitou až 3,2 MB, 2×154 stopami a s hustotou 170 t.p.i. Tato média se však vymykají rámci tohoto článku.

Zde je nutno poznamenat, že na rozdíl od standardních se minidiskety pro jednostranný či dvoustranný záznam a soft/hardsektor polohou indexového otvoru neliší.

Diskety 3,5"

Po minidisketách nastupují diskety 3,5" (obr. 4), neboli mikrodiskety. Zprvu měly velmi malou kapacitu, dnes však mohou plně nahradit diskety 5,25". Vývoj se opět opakoval – po SS, SD mikrodisketách se 40-ti stopami přišly SS, DD (mechaniky TEAC FD 35 A, EPSON SMD 110, 150, BASF MDD 6161), potom DS, DD (mechaniky TEAC FD 35 B, EPSON SMD 120, 160, BASF MDD 6162) a nakonec diskety DS, DD s dvojitou hustotou stop (mechaniky TEAC FD 35 E, BASF MDD 6163, SONY OA D33V pro 1×80 stop, FD 35F, MDD 6164, OA D33W pro 2×80 stop). Neformátované kapacity jsou shodné s minidisketami – 125, 250, 500 a 1000 kB. Hlavní rozdíl proti větším disketám spočívá v použití tvrdého pouzdra a ve způsobu přístupu k hlavám. Výřez v pouzdru pro přístup k médiu je totiž kryt tenkým kovovým přesuvným segmentem, který teprve po zasunutí do mechaniky obnaží přístup k disketě. Tím se disketa stává podstatně méně zranitelnou jak mechanickým poškozením, tak i prachem. Otáčky diskety jsou standardizovány na 300 min^{-1} , někteří výrobci (SONY) používají i 600 min^{-1} . Základní hustota je 67,5 stop na palec, zdvojená 135 stop na palec. Je patrné, že mikrodiskety 3,5" mohou přímo nahradit minidiskety beze změn v řízení mechaniky. Ochrana zápisu je provedena přesuvným segmentem v rohu diskety. Její provedení je však někdy rozdílné od normy. Indexový otvor tyto diskety nemají, vzhledem k tomu, že upnutí diskety čtyřhranným otvorem se západkou je polohově jednoznačné. Náhon diskety je pouze ze strany 0 – střed pouzdra je neprůchozí. Data jsou zapisována poloviční rychlostí než u 8", tedy stejnou rychlostí jako u minidisket.

Nejnovější diskety 3,5" užívají také HD (tj. zapisovací rychlost jako u 8"), obdobně jako minidiskety. Po přepnutí na 360 ot./min mají též 1,6 MB neformátovaných. Ale používá se i HD při původních otáčkách – kapacita je potom 2 MB neformátovaných. Tyto mechaniky jsou užity např. u systémů IBM PS/2. Diskety pro provoz HD mají větší koerzivní sílu a potřebují také větší záznamový proud. Proto jsou označeny zvláštním otvorem naproti ochraně zápisu. Je-li mechanika přepínatelná, sama velikost záznamového proudu změni.

Diskety 3,25"

Ani tyto diskety nejsou příliš rozšířené. Kromě menšího rozměru a ohebného pouzdra se příliš neliší od mikrodisket 3,5". Záznam se provádí v jednoduché či dvojitě hustotě (SD, DD) do 80 stop z jedné či obou stran. Neformátovaná kapacita je 250, 500 nebo 1000 kB. Hustota stop je 140 t.p.i.

Diskety 4"

Tyto diskety uvedla firma IBM. Mají 1×46 stop při hustotě 68 t.p.i. Otáčky nejsou konstantní a záleží na nastavení stopě. Záznam je SD. Vzhledem k nekompatibilitě s minifloppy se neujaly (JIBM 341).

Diskety a disketové jednotky

(Pokračování)

Ing. Ivan Khol, DM servis

Diskety 3"

Tato media jsou především japonské produkce. Mají tvrdé pouzdro a základní hustotu 100 stop/". Při zápisu do 2×40 stop mají neformátovanou kapacitu 500 kB. Zdvoujnásobením počtu stop na 2×80 při 200 t.p.i. bylo dosaženo 1 MB neformátované kapacity. Vhodnou mechanikou je např. TEAC FD-30A + F. Diskety 3" mají indexový otvor uprostřed proti výřezu pro hlavy a lze je tedy používat z obou stran (jako reverzibilní diskety) na FD mechanikách s jednou hlavou (Schneider).

Výhodou disket 3", 3,25" a 3,5" je kompatibilita s minidisketou, alespoň ve vztahu k řízení mechaniky. Obslužné programy řadiče není tedy třeba ani modifikovat.

Co se týče možnosti použití disket určitého typu pro jiný formát platí několik zásad:

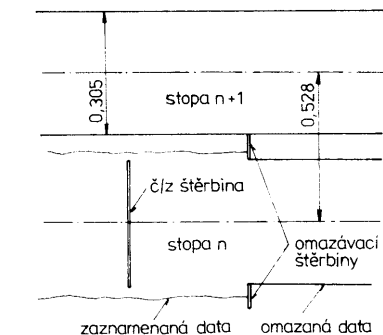
Diskety 8" větší hustoty by se mohly používat na menší hustotu, ale mají jiné otvory pro indexovou díрку. Často se tyto otvory amatérsky vysekávají. Opačný přenos do diskety menší hustoty na „hustší“ formát se také používá, ale není spolehlivý, obzvláště jednostranné diskety nahrávané na obě strany. Často se taky vysekává dířka souměrně podle osy, aby se mohla oboustranná disketa vsunout do mechaniky s 1 hlavou přímo i opačně tj. vytváří se z ní reverzibilní disketa. U 5,25" problémy s indexovou dírkou nejsou, proto lze použít hustší diskety na „řidší“ formát. To ale neplatí pro diskety HD, které lze použít jen na předepsaný formát vzhledem k odlišné velikosti záznamového proudu.

Způsob záznamu dat na disketu

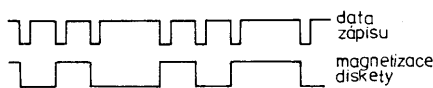
Jak již bylo uvedeno, data se na disketu zaznamenávají do koncentrických stop, každá stopa je rozdělena do sektorů. Veškeré informace včetně záhlaví sektorů, synchr. polí, výplňových mezer a dat jsou zaznamenány na disketě sériově jako změna magnetizace vrstvy ze saturace v jednom směru do saturace opačné. Nejprve se podíváme na geometrii při 48 t.p.i. Je patrné, že stopy nejsou přímo vedle sebe, jsou zde pásma bez magnetizace. Data jsou zaznamenávána ve větší šířce než je výsledná šířka stopy; stopa se ihned po zápisu užije pomocí tzv. tunelového omazání. Tunelové omazání se provádí pomocí dvou krátkých omazávacích štěrbin (integrováných v č/z hlavě) a „zачiští“ okraje záznamu (jako kdyby data projela „úzkým tunelem“). Snižuje se tak chybovost záznamu a vytvoří nezbytná pásma bez záznamu. Ta jsou nutná pro případ určité excentricity upnutí diskety, kdy stopy nesmí zasahovat do sebe a pod čtecí štěrbinou musí být stále stejná šířka stopy, aby signál amplitudově nekolísá. Hlava má tedy zpravidla dvě do série zapojená omazávací vinutí a č/z vinutí s vyvedeným středem. Pro vyšší hustoty stop se rozměry na obr. 5 úměrně zmenší. Tento způsob záznamu se nazývá podélný. Zvětšení hustoty záznamu lze dosáhnout tzv. příčným (radiálním) záznamem, kdy se zaznamenává „na výšku“. Tato technologie však vyžaduje speciální média i č/z hlavy a zatím se nerozšířila.

U mechanik s oboustranným zápisem nejsou hlavy přesně proti sobě, ale jsou posunuty asi o 2 mm, aby jedna hlava druhé netvořila magnetický zkrat.

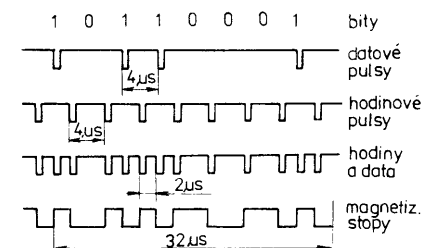
Data do FD mechaniky přichází ve formě sledu impulsů. Každý impuls znamená změnu magnetizace na disketě (viz obr. 6). Při čtení diskety je



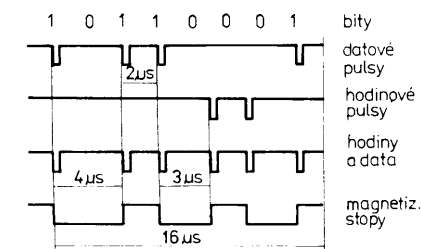
Obr. 5. Geometrie záznamu 48 t.p.i.



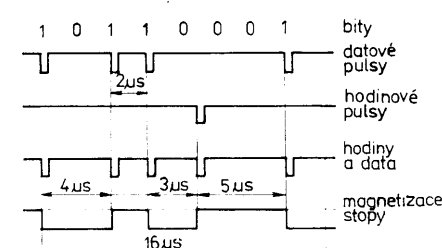
Obr. 6. Záznam NRZ



Obr. 7. Záznam FM



Obr. 8. Záznam MFM



Obr. 9. Záznam M²FM

nutno ze změn magnetizace tyto impulsy opět vytvořit tak, aby odchylky v časové poloze impulsů byly co nejmenší.

Data jsou kódována třemi způsoby:
FM – Frekvenční modulace, norma IBM 3740 (též Manchester coding),
MFM – modifikovaná frekvenční modulace, norma IBM 34,
M²FM – dvakrát modifikovaná FM.

Záznam s normální hustotou – FM (SD) (obr. 7)

Data jsou zaznamenávána sériově po bitech, z celého bajtu jde nejvýznamnější bit (MSB) první. Jednička je zaznamenána jako změna, při nule se magnetizace nemění. Vzdálenost mezi pozicemi změn je 4 μs. Kromě datových impulsů se zaznamenávají impulsy hodinové, a to doprostřed mezi data. Změny, příslušející hodinám, jsou přítomny vždy. Odstup hodin je tedy také 4 μs. Sloučením dat a hodin získáme signál v té podobě, jak jde do FD mechaniky. Tam jsou impulsy děleny dvěma; každý impuls je tedy zaznamenáván jako změna magnetizace. Příklad zaznamenání bajtu s hodnotou B1H je na obr. 7. Tento způsob klade nejnižší nároky na provedení čtečního zesilovače, už proto, že jeho stejnosměrná složka přes celý záznam je prakticky nulová. Jedná se vlastně o záznam dvou kmitočtů – 250 kHz pro H, 125 kHz pro L. Rychlost přenosu dat je 1 bajt/32 μs, tj. 250 kbit/s.

Pro minidiskety a menší formáty je odstup hodin i dat 8 μs, a z toho plynou i jiné kmitočty: 125/67,5 kHz. Minidiskety v provedení HD pracují však se 4 μs. Rychlost přenosu je menší: 1 bajt/64 μs, tj. 125 kbit/s.

Záznam s dvojitou hustotou – MFM (DD) (obr. 8)

Ve FM záznamu představují hodiny v záznamu vlastně jenom taktovací kmitočty a informaci záznamu nenesou. Proto byl vytvořen systém MFM, kde jsou hodiny téměř vyloučeny. Impulsy hodin se nachází pouze mezi dvěma za sebou zapisovanými nulami. Zápis bajtu B1H v MFM kódu je na obr. 8. Zatímco ve FM kódu byl odstup impulsů 2 μs nebo 4 μs, zde může být i 3 μs. Při nezměněném zápisovém kmitočtu je možno zapsat dvojnásobek informace. Zapisuje se vlastně tři kmitočty: 250/166/125 kHz. Šířka pásma se nezvětšila, ale přesnost obnovy časové polohy impulsů při čtení musí být větší. Přechtený záznam má stejnosměrnou složku, je tedy nutno použít kvalitnější čtecí obvody. Rychlost přenosu dat je 1 bajt/16 μs, tj. 500 kbit/s.

Pro minidiskety jsou opět kmitočty poloviční a časy dvojnásobné 4,6 a 8 μs. Rychlost přenosu 1 bajt/32 μs tj. 250 kbit/s.

Záznam s dvojitou hustotou – M²FM (obr. 9)

Tento typ záznamu se používal pouze u některých zařízeních firmy IBM. Proti MFM záznamu nepřináší zvětšení hustoty záznamu, pouze odstraňuje stejnosměrnou složku čteného záznamu a tím snižuje nároky na čtecí zesilovač. Spočívá ve vynechání každého druhého hodinového im-

pulsu, jsou-li v MFM bezprostředně za sebou (obr. 9). Odstup impulsů může tedy být 2, 3, 4 nebo 5 μ s. U současných disket se toto kódování nepoužívá.

Floppydiskové mechaniky (FM), které umí zapisovat a hlavně číst záznam MFM, umí i FM. Ne však naopak – FM mechaniky na MFM záznamu zpravidla chybují, jelikož neumí správně časově situovat výstupní impulsy (C7113, MF 3200).

Některé FD mechaniky pro záznam MFM (8") měly zvláštní obvody pro korekci časových chyb při snímání – tzv. postkompenzaci. Dnes se postkompenzace již neuvádí a korekce se provádí při záznamu tzv. prekompenzací. Ta spočívá v časovém posunu zapisovaných impulsů vůči jejich minimální poloze. Vzhledem k omezené šířce pásma snímáčiho zesilovače a rozlišovací schopnosti hlavy se některé přečtené impulsy posouvají ze své pozice. Jestliže je při záznamu posuneme proti směru jejich odchylky, při čtení budou na svém místě. Prekompenzaci řídí FD řadič a její velikost je zpravidla $\pm 10\%$ intervalu bitové buňky (200/400 ns).

Formáty ukládání záznamů

Nedílnou součástí diskety je její formát. Formát u soft-sektorových disket tvoří všechny záznamy, které nejsou námi ukládána a čtená data. Z celkové kapacity diskety se podle druhu spotřebuje 10 až 40 % na formátové značky. Formátování diskety je činnost, při níž se na disketě vyznačí záhlaví sektorů a ostatní informace nutné pro bezchybnou spolupráci FD mechaniky s jejím řadičem. U mnoha systémů zvláště starších typů s 8" FDS (SMEP, JPR-1, PDP11, JPR--12R, atd.) je třeba rozlišit formátování diskety od její inicializace. Inicializaci diskety rozumíme zapsání určitých informací na již naformátovanou disketu (např. vyhrazení určitých sektorů pro adresář a pro systémové použití). Je to již záležitost příslušná konkrétnímu použití diskety, příp. jejímu nasazení v určitém operačním systému. Pokud není disketa smazána (např. magnetem či vadou FD mechaniky), není již třeba zpravidla vícekrát formátovat. Zato inicializaci můžeme provést kdykoli, kdy o uložená data již nemáme zájem. Na rozdíl od formátování, které piše všechny sektory všech stop, inicializace většinou data v sektorech ponechá a pouze je v adresářích označí za neplatná – tj. za prázdné místo. Teprve při dalším zaplňování diskety se tato data přepíše. Nutnost rozlišení je dána tím, že řadiče těchto systémů zpravidla neumí formátovat. Přemazanou disketu je potom nutné formátovat na zařízení, které to dovede. U novějších počítačů, obvykle s mechanikami 5,25", tyto pojmy splývají, protože formátovací programy zpravidla disketu inicializují pro použití pod svým systémem, případně do vyhrazených stop přímo nahrávají operační systém či jeho zaváděč (boot).

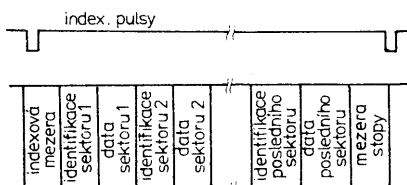
Než se pustíme do vysvětlení formátu diskety, je nutné vysvětlit, co je to řadič FD mechaniky. Je to ta část počítače, která zprostředkuje komunikaci mezi FD mechanikou (mechanikami) a samotným počítačem. Pracuje pod programovou kontrolou operačního systému. Z hlediska hardware je řadič specializovaným procesorem; ne všechny FD řadiče dovedou spolupracovat se všemi mechanikami či disketami.

Velmi zjednodušeně lze formát jedné stopy diskety znázornit podle obr. 10. Sektory jsou nahrány za sebou a mají stejnou délku. Jejich počet závisí na formátu. Sektor je nejmenší nahrávatelnou jednotkou – nelze zapisovat např. polovinu sektoru. Zatímco identifikace sektoru se pouze čte (vyjma formátování), do datového pole lze psát. Přepnutí ze čtení na zápis je časově přesně určeno. Vzhledem k tomu, že rychlost zápisu se vlivem kolísání otáček může měnit, je za posledním sektorem tzv. mezeru stopy, jejíž

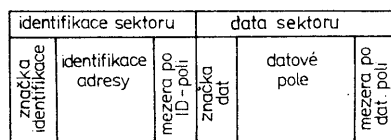
délka není přesně určena – končí příchodem indexového pulsu.

Uvedené rozdělení je však jen velmi přibližné. Ve skutečnosti se sektor dělí na více částí (viz obr. 11).

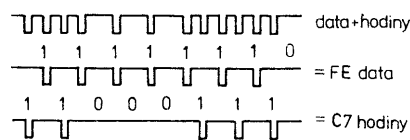
Nyní je nutno vysvětlit princip „vynechaných hodin“. Jelikož do datového pole můžeme nahrát zcela libovolnou kombinaci dat dané délky, mohlo by se stát, že by tato data (nahraná jako změny magnetizace) byla zcela shodná s identifikací sektoru. Jinak řečeno – nelze zakódovat identifikaci sektoru tak, aby se náhodou nemohla objevit v datovém poli. Kdyby k této záměně došlo, mnoho dat na disketě by mohlo být zničeno. Bylo třeba nalézt jiný způsob, jak spolehlivě určit začátky identifikace (tzv. ID-pole) či datového pole. Tím jsou vymezené hodinové impulsy.



Obr. 10. Rozdělení stopy



Obr. 11. Rozdělení sektoru



Obr. 12. Značka ID-pole (záznam FM)

Vrátíme-li se k záznamu FM, vidíme, že mezi dvěma datovými buňkami, které mohou či nemusí obsahovat impulsy (podle zapsané informace), je vždy přítomen impuls hodin. Řadič analyzuje přicházející impulsy jako proložené řady impulsů dat a hodin. Ta řada, která nemá mezery, představuje hodiny, zbytek jsou data. V datovém poli jsou vždy hodinové impulsy všechny; po vymezení určitých hodinových impulsů při formátování diskety je řadič při čtení schopen toto místo jednoznačně odlišit a odlišně na něj reagovat. Takové místo se nazývá značka a určuje začátky identifi-kačního (ID), datového a někdy indexového (IX) pole. O kterou značku se jedná je zakódováno v tom, které hodiny jsou ve značce (1 bajt) vymečány. Potom lze mluvit o hodnotě dat ve značce a o hodnotě hodin. Příklad značky ID-pole je na obr. 12. Celkem existují čtyři druhy značek:

- IX – M** (index mark) – indexová,
- ID – M** (identifier mark) – identifikační.
- Data – M** (data mark) – značka dat,
- DD – M** (deleted data mark) – značka neplatných dat.

Ve FM kódu jsou tyto značky definovány takto:

- IX – M:** data FC + hodiny D7, tj. FC*
 - ID – M:** data FE + hodiny C7, tj. FE*
 - D – M:** data FB + hodiny C7, tj. FB*
 - DD – M:** data F8 + hodiny C7, tj. F8*
- kde * značí bajt dat s vymečanými hodinami podle tabulky (značka má délku 1 bajt). Způsob kódování značek v kódu MFM je obtížnější, tam musí být datový bajt takový, aby se v něm hodinové impulsy vůbec vyskytovaly – tj. musí mít alespoň dvě nuly za sebou. Používá se bajt A1* (kde

chybějí hodiny mezi 3. a 4. bitem) a C2* (hodiny chybějí mezi 4. a 5. bitem). K těm se připojí normální bajt k dalšímu rozlišení, tedy každá značka má délku 2 bajty.

- IX – M:** data C2* + FC
- ID – M:** data A1* + FE
- D – M:** data A1* + FB
- DD – M:** data A1* + F8

Každou značku předchází vždy tzv. synchronizační pole, které řadiči poskytuje možnost zorientování se, které impulsy jsou datové a které hodinové. Synchronizační pole má více nulových bajtů, tzn. všechny impulsy jsou pouze hodinové. V okamžiku příchodu značky je řadič již nasynterizován a chybějící hodiny okamžitě pozná. Další pole jsou časovací – vyplňová. Jsou zde proto, aby řadič měl čas zpracovat právě přečtené informace, nebo proto, aby se vyrovnalo možné kolísání otáček (mezeru stopy).

Při popisu formátu disket se užívají tyto zkratky:

- T** – číslo stopy (track), 1 bajt,
- S** – číslo sektoru (sector), 1 bajt,
- L** – kód délky sektoru, 1 bajt:
- 00** – 128 bajtů,
- 01** – 256 bajtů,
- 02** – 512 bajtů,
- 03** – 1024 bajtů,
- H** – strana – hlava (head), H = 00 nebo 01, 1 bajt,
- CRC** – kód zabezpečení (cyclic redundancy check), 2 bajty,
- N, M** – počty bajtů v mezerách závisí na počtu sektorů a kódování, **N** = 54 až 116, **M** = 0 až 718.

Formát diskety je potom následující:

FM	MFM	Význam
<i>Indexová mezeru:</i>		
40x FF nebo 00 6x 00 1x FC*	80x 4E 12x 00 1x C2* + 1x FC	časování syncpole pro 8" IX – značka časování časování pro 5,25"
26x FF 16x FF	50x 4E 32x 4E	
<i>Identifikace sektoru:</i>		
6x 00 1x FE*	12x 00 3x A1* + FE	syncpole ID – značka parametry sektoru zabezpečení mezeru po ID – poli
T, H, S, L CRC 11x FF nebo 00	T, H, S, L CRC 22x 4E	
<i>Datové pole:</i>		
6x 00 1x FB*	12x 00 3x A1* + FB	syncpole D – značka nebo DD – značka délka podle L zabezpečení mezeru po dat. poli
(1x F8*) Data CRC N x FF nebo 00	Data Data CRC N x FF	
<i>Mezeru stopy:</i>		
M x FF nebo 00	M x 4E	vyplň až do indexu

Zatímco u 8" disket je indexová značka vždy, u 5,25" disket je zcela výjimečně. Současné řadiče ji většinou ke své činnosti nepotřebují. Značka dat nebo vymečaných dat se nahrává s každým novým zápisem do sektoru, proto se může lišit podle povahy dat. Značkou vymečaných dat lze označit např. sektor s chybou nebo sektor pro zvláštní použití. Mnoho jednoduchých (diskrétních) řadičů tuto značku ani generovat neumí. Při zápisu do sektoru se nahrává datové pole počínaje syncpolem a konče dvěma bajty CRC. Protože otáčky mohou kolísat, je možné narušení dalšího pole. Následující syncpole již však narušeno být nemůže. Délky časovacích a vyplňovacích polí (a ani jejich obsah) nejsou závazné, jsou jen doporučeny pro vysokou spolehlivost. Tato pole zabírají často mnoho místa, např. mezeru před indexem (mezeru stopy) má u minidiskety 15x 256 bajtů.

Diskety a disketové jednotky

Ing. Ivan Khol, DM servis

(Pokračování)

V dalším popíšeme používané fyzické formáty disket. Diskety 3,5" a menší jsou zpravidla formátovány jako minidiskety a nebudeme se jimi zvlášť zabývat.

V následujících tabulkách je v levé části popsán běžný formát, v pravé pak formát se zkrácenými mezery a s vyloučením \pm % kolísání. Takto naformátované diskety mají leckdy citelně větší kapacitu a některé zahraniční počítače (ICL PC, Kaypro – 2 atd.) je používají. Přenositelnost může u některých řadičů činit problémy. S problémy se můžeme setkat také u zjednodušených formátů, např. 8" diskety bez indexové značky (TNS).

Oboustranností médií se tyto formátované kapacity dvojnásobí, stejně tak dvojnásobnou hustotou stop. HD diskety 5,25" používají formátů standardních disket 8". Diskety 3,5" v provedení HD (300 otáček/min) mají formát shodný jako DS, DD, počet sektorů je 18×512 bajtů.

Standardní diskety 8" dodává výrobce zpravidla již formátované. Ostatní diskety je před použitím třeba naformátovat. Některé výjimky z formátů:

Především tyto tabulky platí při využití všech stop diskety. Norma však hovoří o 75 (8"), resp. 38/78 (5,25") stopách. Dvě stopy jsou uvedeny jako záložní. Vadnou stopu je nutno určitým způsobem označit; znovu naformátovaná disketa má od této stopy číslování posunuto. Ve většině případů to takto na u nás používaných počítačích obslouženo není.

Na rozdíl od tzv. formátu B stanoví formát A u DD disket, aby stopa 00 na straně 0 byla v jednoduché hustotě. Jsou tedy diskety, které mají FM i MFM formát.

Další zvláštností je číslování sektorů. Nemusi být totiž číslovány vzestupnou řadou bezprostředně za sebou, naopak, mohou být číslovány s vynecháním 0, 1, 2, 3 až 12 sektorů. Např. pořadí fyzických sektorů při přeskočení 3 sektorů (sector sequence indicator = 03, bývá uvedeno i na etiketě) je:

poloha	číslo
1	01
2	04
3	07
4	10
5	13
6	16
7	19
8	22
9	25
10	02
11	05
12	08
13	11
14	14
15	17
16	20
17	23
18	26
19	03
20	06
21	09
22	12
23	15
24	18
25	21
26	24

Diskety se změněným pořadím sektorů mohou zkracovat dobu čtení. Mají-li být čteny 3 sektory, čtou se sektory 1, 2 a 3 a přesto mezi nimi je dost času na jejich zpracování a uložení. Vhodnou volbou pořadí lze dobu čtení minimalizovat. Použijeme-li takovou disketu na jiném systému, v nejhrošším případě bude čtení/zápis probíhat citelně pomaleji. Optimalizované pořadí sektorů mají např. „rychlejší“ diskety u systémů TNS.

Na rozdíl od tohoto fyzického přeformátování diskety se používá i tzv. logického přečíslování pomocí systémové tabulky. Mají-li být čteny tři sektory nyní, přečíslování se tabulkou a hledají se sektory 1, 10, 19. Časové poměry vyjdou nastejno a je možno používat diskety s přirozeným číslováním sektorů. Fyzické přeformátování je však výhodnější – překódování je totiž součástí média, nikoli systému. Logické překódování je však aplikováno prakticky u všech počítačů. Není-li tabulka shodná, jsou diskety na systémové úrovni nepřenositelné.

Systém MS – DOS pracuje s formátem 9×512 bajtů, logické pořadí sektorů je 1, 2, 3, 4... atd. Systémy SMEP 8" používají diskety 26×128 bajtů s přirozeným číslováním, logická posloupnost je 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 3... atd.

Systém CP/M na SAPI-1 používá stejné diskety jako SMEP, ale logická posloupnost je 1, 7, 13, 19 atd.

Systém CP/M 2.2 na Kaypro-2 užívá diskety 5,25" s fyzickým pořadím sektorů 0, 8, 3, 6, 1, 9, 4, 7, 2, 5... .

Robotron 1715 s o.s. MIKROS pracuje s 10×1024 bajtů (mechaniky 5,25" DS, DD, DTD) resp. 16×256 bajtů (SS, DD) a s 8×1024 (8" SS, DD) resp. 26×128 bajtů (8" SS, SD).

Některé systémy s oboustrannými mechanikami mají logickou posloupnost na každé straně jinou (NDR – Klein Comp.). Aby se zabránilo nedovolenému kopírování, používají některé firmy různé „úskoky“ – např. sektor 0 nebo sektor s číslem přesahujícím počet sektorů ve stopě. Pomocí některých řadičů lze zapisovat při formátování i mimo datová pole (např. do výplňových polí). Tato data potom nelze běžným způsobem číst.

Nekompatibilita disket může být buď logická, nebo fyzická. Zatímco u logické nekompatibility lze data z diskety zpracovávat pomocí fyzického přístupu, tj. tak, že se vyhneme tabulce kódování a adresujeme sektory přímo (zpravidla to ovládají určité programy v systému, které nevyužívají služeb systému v plné šíři), u fyzické nekompatibility nesouhlasí počty a délky sektorů. V tom případě nelze dělat nic (u neprogramovatelných řadičů), nebo je nutno přeprogramovat řadič a sestavit nové obslužné programy. Vzhledem k tomu, že běžné programy užívají však systémové služby, bylo by nutno tyto změny učinit v operačním systému. To situaci značně komplikuje. Navíc ne všechny řadiče jsou plně programovatelné. Je to částečně možné pod systémem CP/M (VARBIOS, CP/M CHAMELEON apod.). Prakticky neproveditelné je to pod systémem MS-DOS.

Všechny uvedené formáty vyhovují normě IBM 3740 (FM) nebo IBM 34 (MFM).

Standardní 8" diskety ss (jednostranné)

Normální formátování				Max. zkrácené mezery				
	Počet sektorů	kapacita (bajtů)			Počet sektorů	kapacita (bajtů)		
		sektoru	stopy	diskety		sektoru	stopy	diskety
SD	26	128	3328	256 k	30	128	3840	296 k
	15	256	3840	296 k	17	256	4352	333 k
	8	512	4096	315 k	9	512	4608	355 k
	4	1024	4096	315 k	4	1024	4096	315 k
DD	40	128	5120	394 k	49	128	6272	483 k
	26	256	6656	512 k	30	256	7680	591 k
	15	512	7680	591 k	17	512	8704	670 k
	8	1024	8192	631 k	9	1024	9216	710 k

Nejčastější formát je 26×128 (26×256) bajtů.

Minidiskety 5,25" ss (jednostranné)

Normální formátování				Max. zkrácené mezery				
	Počet sektorů	kapacita (bajtů)			Počet sektorů	kapacita (bajtů)		
		sektoru	stopy	diskety		sektoru	stopy	diskety
SD	15	128	1920	77 k	18	128	2304	91 k
	9	256	2304	92 k	10	256	2560	102 k
	5	512	2560	102 k	5	512	2560	102 k
	2	1024	2048	82 k	2	1024	2048	82 k
DD	24	128	3072	123 k	29	128	3712	148 k
	15	256	3840	154 k	18	256	4608	184 k
	9	512	4608	184 k	10	512	5120	205 k
	5	1024	5120	205 k	5	1024	5120	205 k

Flopydiskové mechaniky

FD mechaniky (též jednotky pružného disku, disketové jednotky, disketové záznamníky či šachty) se samozřejmě vyrábějí pro všechny velikosti disket. Každé zvětšení kapacity diskety se projevilo ve změněné konstrukci mechaniky. Ta musí zajistit přenos dat mezi disketou a FD řadičem.

Z hlediska mechanické konstrukce lze FD mechaniku rozdělit na více částí:

- náhon a upnutí diskety,
- mechanismus pro vystavení a přiklopení hlavy,
- ostatní drobné mechanismy (zámek dveří, vyhazovač diskety atd.).

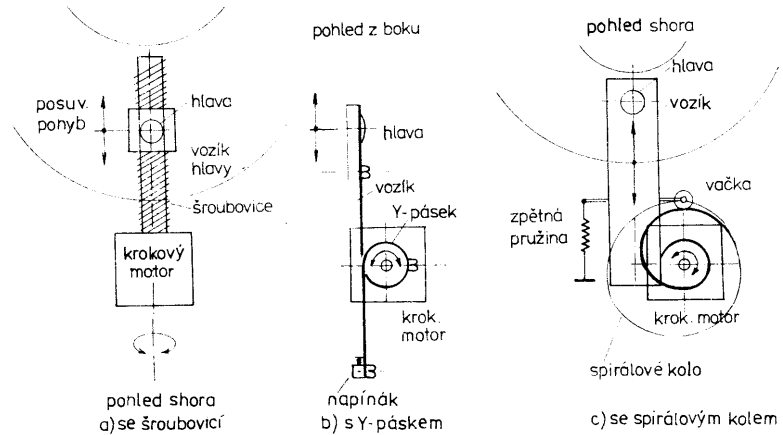
Mechanismus náhonu a upnutí diskety se značně liší podle velikosti mechaniky; standardní mechaniky (8") mají řemíkový náhon unášecího vřetene obvykle ze síťového motoru, který se točí stále. Protože jsou zde kladeny značné požadavky na stabilitu otáček, používají se tzv. reluktanční motory (VSCT 6064) s kondenzátorovým posuvem fáze. Jejich příkon a rozměry jsou značné, ale stabilitou předčí běžné asynchronní motory.

Disketa je upnuta pomocí přítláčného mezikruží po navléknutí na zásuvný kalibrovaný trn 1,5" (MOM 3200, MOM 6400). Excentricita trnu nesmí překročit 10 až 15 μm .

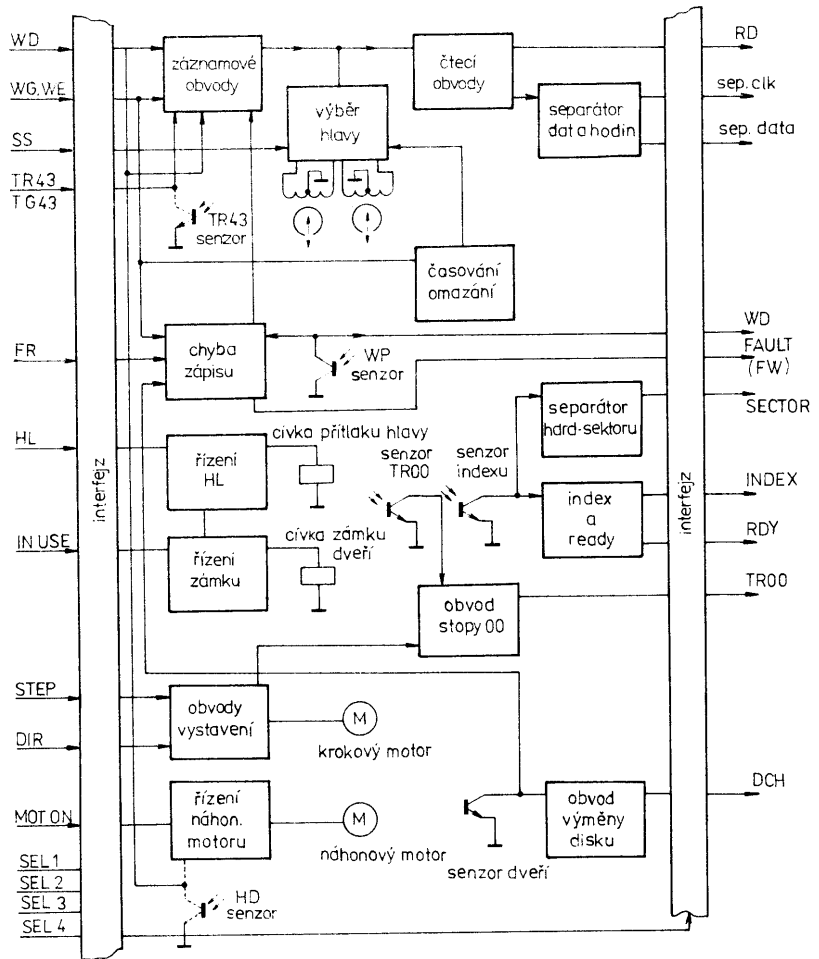
Mechaniky pro minifloppy 5,25" mají buď stejnsměrný komutátorový motorek s elektronickou regulací otáček a řemínek (K 5600, BASF 6106/6108), nebo je disketa přímo poháněna z bezkomutátorového plochého motoru, který je řízen elektronicky a regulován pomocí tachogenerátoru. Jeho mechanická konstrukce je velmi jednoduchá – točí se pouze vícepólový feritový magnet a buzení obstarávají ploché cívky na plošném spoji pod ním. Okamžiky přepnutí buzení určují Hallové sondy. Otáčky jsou snímány tachogenerátorem, jehož vinutí je vyleptáno jako meандр v plošném spoji po celém obvodu pod magnetem. Stabilita otáček je díky regulačním obvodům vysoká. Upnutí diskety je provedeno pomocí pružné ruzice, do které se vsouvá kónický trn. Tento způsob se užívá někdy i u 8" mechanik (C 7111 – C 7113). Upnutí disket 3,5" je zcela odlišné – používá se excentricky umístěný obdélníkový trn se západkou. Náhon je většinou plochým komutátorovým motorekem.

Vystavovací mechanismus magnetických hlav využívá vždy krokového motoru. Úhel jeho kroku (bývá 15, 7,5, 3,6 nebo 1,8°/krok) a mechanický převod je takový, aby každý krok přesouval hlavu o jednu stopu. Jedná se o systém bez zpětné vazby od polohy. Pouze při vystavení na stopu 0 zvláštní čidlo vydá řadiči signál o této poloze. Od této stopy si musí řadič stále počítat, kde se hlava nachází. Převod otáčivého na posuvný pohyb je proveden šroubovicí (CONSUL 7111 – 7113, MF 3200), nebo Y – páskem (MF 6400, prakticky všechny novější mechaniky), anebo spirálovým kolem (BASF 6106/6108). Je to znázorněno na obr. 13. Na vystavovací mechanismus jsou kladeny značné nároky – velká rychlost přesunu hlavy a vysoká přesnost polohy bez hystereze (odchylka do 20 μm). Úhlová chyba záznamové štěrbině max. $\pm 18'$.

Mechanismus přítlaku hlavy (Head Load) pomocí elektromagnetu přitlačí po dobu čtení/zápisu disketu k hlavě a to buď polštářkem (SS) nebo protěží hlavou (DS). Kvalita kontaktu diskety s hlavou je nejčastější příčinou špatného čtení diskety. Hlava je tedy (na rozdíl od hard-disků) v přímém kontaktu s povrchem; při vzdálenosti 1 μm je čtení již zhoršené. Znečištěné hlavy lze čistit izopropylalkoholem. Některé 5,25" a snad všechny menší mechaniky řízený přítlak hlavy nemají – hlava je přitlačena k médiu trvale po



Obr. 13. Vystavovací mechanismy



Obr. 14. Blokové zapojení FD mechaniky

zasunutí diskety. Hlava se však neotírá, protože disketa v klidu stojí.

Rozměry čelního panelu (zvláště u 5,25" mechanik) jsou unifikovány. Šířka je jednotně kolem 146 mm, jednotková výška je 83 mm (Shugart SA 400). Současně FD mechaniky se vyrábí s 2/3 výškou, tj. 54 mm (BASF 6106/8), nebo nejčastěji s poloviční výškou (slim-line) 41,5 mm (TEAC FD 55). Nově jsou na trhu superslim-line mechaniky 27 mm. Napájení mechanik 8" je obvykle 220 V (sít) (C 7115 síť nepotřebuje) a stejnosměrných +5 V a +24 V. – Některé mechaniky mají zvlášť +24 V stabilizovaných pro čiz kanál a 24 V nestabilizovaných pro krokový motor. CONSUL 7113 a MOM 3200 vyžadují i -5 V. Minifloppy mají napájení pouze +12 V a +5 V. Potřebují-li pro svou činnost záporné napětí, vyrábí si ho samy

(Robotron K 5600). Mikrofloppy nové generace mají napájení pouze +5 V.

Blokové schéma elektrického zapojení disketové mechaniky se standardním připojením je na obr. 14. Hned zpočátku je nutno podotknout, že konkrétní zapojení se mohou od tohoto schématu více či méně lišit, a to funkčními bloky a vazbami mezi nimi, i signály interfejsu. Sensory jsou vyznačeny schématicky, mnohé mohou být tvořeny mikrospínači nebo i Hallovými prvky (index u mechanik 3,5").

(Dokončení příště)

Diskety a disketové jednotky

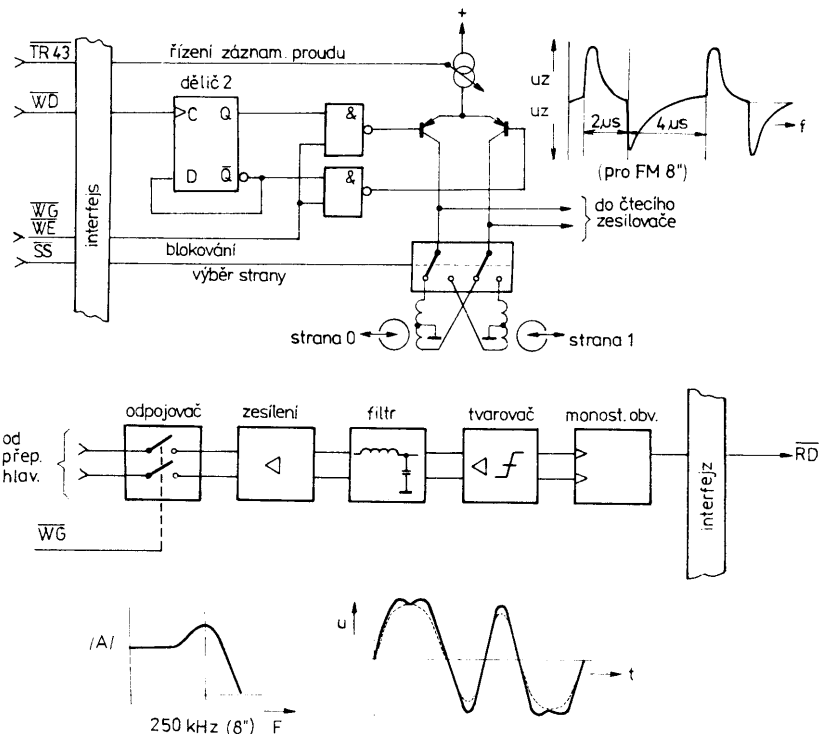
(Dokončení)

Ing. Ivan Khol, DM servis

Záznamové obvody má každá FDJ (floppydisková jednotka). Vždy obsahují dělič dvěma a symetrický protitaktní spínač záznamového proudu. Je tedy patrné, že na šifce vstupních datových (či hodinových) impulsů nezáleží, bývá 150 až 600 ns. Impulsy přicházejí po WD (Write Data). Začátek zápisu je dán signálem WG (Write Gate), resp. WE (Write Enable). Zjednodušené záznamové obvody jsou na obr. 15. Obvod výběru hlavy je řízen signálem SS (Side Select) a bývá realizován diodovým přepínačem (BASF 6108, MOM 54/58 D). Pro SS = H je vybrána strana 0. Mechaniky s jednou hlavou tento přepínač nemají. Řízení velikosti záznamového proudu je možné prostřednictvím signálu TR 43 (Track 43). Tím se snižuje záznamový proud od 43 stopy výše asi o 25 až 30 % vzhledem k větší hustotě záznamu (pouze u 8" FDJ). Některé FDJ vyžadují tento signál od řadiče (C 7113, MF 3200), jiné si ho generují samy zvláštním senzorem (MF 6400). U minifloppy a menších se zvětšuje záznamový proud pro všechny stopy při použití disket HD (větší koerzivní síla materiálu). Mikrodiskety jsou vybaveny zvláštním otvorem pro senzor HD. Jelikož při provozu HD se mění obvykle také otáčky diskety (300/360 ot./min), je změna záznamového proudu spiata s jejich změnou. Sepnutí záznamového proudu do hlavy je kromě WG (WE) často podmíněno mnoha dalšími faktory (signálem READY, zavřenými dvířky, výřezem ochrany zápisu, signálem HL apod.). Proud bývá kolem 7/5 mA, napětí na hlavě při zápisu má rozkmit až 20 V. Zápisové obvody užívají často obvod Motorola MC3471. Velikost záznamového proudu je zpravidla určena jedním diskretním odporem, a to i při užití zákaznických obvodů. Lze tedy např. v případě HD mechaniky na normální provoz tento proud zvětšením odporu změnit (asi o 30 až 40 %).

Současně se začátkem zápisu se spouští časování tunelového omazání. Protože mezi záznamovou a omazávacími šterbinami je mechanický odstup, omazání se později zapíná i vypíná. Časuje se např. pomocí monostabilních obvodů od signálu WG, u běžných 8" FDJ se začíná omazávat o 200 μ s a končí o 550 μ s později. Záznam je pak spolehlivě omazán v celé délce. Omazávací proud bývá až 100 mA.

Provedení čtecích obvodů bývá slabinou mnoha starších mechanik, zvláště pro záznam MFM. Zapojení je na obr. 16. Odpojovač (diodový – C 7113 nebo s p – jFETy – MF 6400, CONSUL 7121) chrání při zápisu citlivý vstup zesilovače. Ten zpracovává diferencially napětí z hlavy (do rozkmitu 5 mV). Filtr částečně zdůrazní horní část pásma, čímž se zmenší fázové chyby rekonstruovaných dat. Tvarovač je realizován buď přebuzeným stupněm (což je levné a nepříliš dobré řešení – C 7113, MF 3200), nebo obsahuje aktivní diferenciátor a další pomocné obvody (oblíbený IO Motorola MC 3470). Pravoúhlé impulsy spouští oběma stranami monostabilní obvod, čímž se vlastně kmitočet násobí dvěma – tj. opak postupu při záznamu. Tvar analogového napětí za filtrem je na obr. 16 znázorněn pro FM data 010101... Prosedlání svědčí o dobré rozlišovací schopnosti hlavy, čárkovaně je znázorněn průběh s nedostatečnou rozlišovací schopností, zvláště na vyšších stopách. Protože taková hlava má velké šterbinové ztráty už pod pracovním kmitočtem, nelze správně časové polohy impulsů znovu zrekonstruovat. Částečně tyto problémy pro záznam MFM řeší prekompenzace při záznamu, avšak tou nelze zachránit „oklouzanou“ hlavu (naše ANH 814). Na kvalitě hlavy, jejím vyladění a na tvaru filtru z amplitudového i fázového pohledu závisí chybovost čtení.



Obr. 16. Čtecí zesilovač, propustnost filtru a tvar napětí za filtrem

Na čtecí obvody někdy navazuje separátor hodin a dat. Je možno ho využít ve spojení s řadičem, který separátor neobsahuje (disk. řadiče, I8271, I8272), ale zpravidla se to nedělá. Menší mechaniky než 8" ho nemají nikdy.

Obvod ochrany zápisu se značně liší podle typu mechaniky. Některé mechaniky hlásí signálem WP (Write protect) pouze stav výřezu (MF 6400). Jiné mechaniky hlásí kromě toho i jiné okolnosti – otevřená dvířka při zápisu, WG bez impulsů WD, WG bez bez HL. Některé FDJ mají na tento signál klopný obvod (C 7113, MF 3200) a generují tedy signál FAULT (chyba), resp. WF (Write Fault) – chyba zápisu, který musí být externě resetován pomocí FR (Fault Reset). Robotron K 5600 dokonce generuje dva nezávislé signály WP a WF. Jelikož tyto signály stejně většinou nebyly ošetřovány a zpracovány, v současnosti se používá pouze WP bez paměti (MOM 54/58 S/D, TEAC FD 55, BASF 6106/6108 atd.). Je však nutno mít na paměti, že u FDJ s klopným obvodem pro chybu je nutno jeho reset zajistit (C 7113).

Obvod přítlačku média k hlavě je řízen signálem HL (Head Load). Je nezbytný u 8" FDJ, kde se disketa točí stále, u menších mechanik bývá někdy vynechán. Médium je v tom případě k hlavě (hlavám) přítlačeno zavřením uzávěru a v klidu se disketa netočí. Důležitý parametr mechaniky s elektromagnetem pro přítlak média je doba od signálu HL do ukliďnění přítlačku. Bývá v rozmezí 15 až 50 ms. Pokud by se četlo (či zapisovalo) po HL drive, mohla by data být přečtena s chybou. Tuto dobu udává výrobce pro každý typ FDJ.

Vzhledem k relativně dlouhé době ukliďnění hlavy po HL se signál HL používá v různých zapojeních:

- HL aktivní nezávisle na SEL (Permanent Head Load),
- HL – aktivní při výběru mechaniky SEL (Auto Head Load),
- HL aktivní při spuštění motoru MÖ.

– HL řízen řadičem při SEL (Selected Head Load). Výhodou prvních tří (neklasických) zapojení je úspora času.

Obvod řízení náhonového motoru obsahuje obvody stabilizace otáček (podobně jako u kazetového magnetofonu) pro komutátorové motorky, při použití plochých vícefázových motorků s tachogenerátorkem se používá zvláštní IO. U FDJ menších než 8" se motor zapíná signálem MÖ (Motor On). U mechanik pro HD se zvláštním signálem přepínají i otáčky, nejsou-li automaticky přepnuty senzorem HD diskety.

Obvod vystavení hlavy má dva řídicí signály ST (Step) a SD (Step Direction) nebo DIR (Direction). Na první se přivádí krokovací impulsy a druhý určuje směr krokování, přičemž pro SD = L motor krokuje ke středu diskety. Funkce vystavení bývá nezávislá na přítomnosti diskety. Obvod je realizován obousměrným čítačem nejčastěji mod. 4, ale používají se i jiné (3 fáze pro C 7113 a MF 3200, 8 fází pro mnohé minifloppy). Nejsložitější je mikropohování motoru pomocí šířkové impulsního buzení fází (Robotron K 5600). Důležitým parametrem vystavování je rychlost krokování daná odstupem mezi impulsy ST. Nutná prodleva je 3 až 15 ms a je daná výrobcem. Nejrychlejší bývají mechaniky s Y – páskem (MF 6400, M 54/58 D/S – 3 až 4 ms), nejpomalejší se spirálovým kolem (BASF 6106/6108 – 12 ms). Druhá prodleva se nazývá ukliďnění po kroku a představuje nutnou dobu k ukliďnění hlavy na stopě. Tato doba bývá kolem 20 ms a je také specifikována výrobcem. Jak je patrné na obr. 17, napájení samotného krokového motoru se spíná na plné napájecí napětí jen po nezbytnou dobu krokování. Přestanou-li přicházet ST impulsy, monostabilní obvod přejde do klidu a motor je napájen pouze přídržným proudem. Toto opatření ke snížení spotřeby užívají prakticky všichni výrobci.

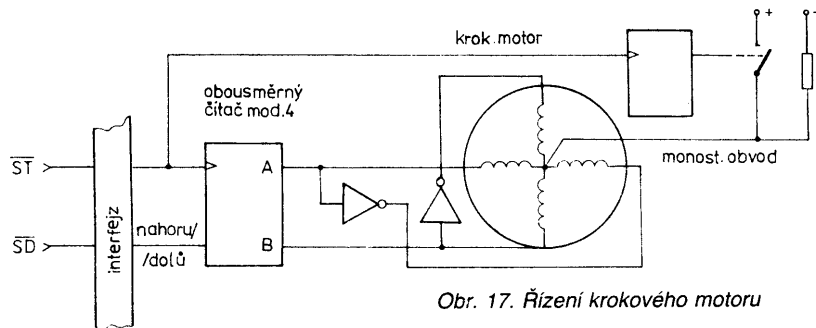
Těsnou návaznost na obvody vystavení hlav má signál nulté stopy TR00 (Track 00). Systém s krokovým motorem není zpětnovazební, je tedy nutno určit stopu, na které řadič „nalezne“ polohu hlavy. Tou je stopa 00. Ztratí-li řadič informaci, kde se právě hlava nachází, začne krokovat od středu diskety a čeká na signál stopy 00. Poloha hlavy je snímána fotoelektricky nebo mikrospínačem (C 7113, MF 3200). Protože zjištění polohy s požadovanou přesností je obtížné, používá se pouze hrubé určení polohy senzorem (s přesností 2 – 3 stop) a hradluje se správnou fází krokového motoru. Proto se malé odchylky od správné polohy nastavují natočením motoru, větší polohou senzoru. Výjimku tvoří K 5600, kde vytvářený signál z fotonky je přímo signálem TR00.

Signálem IX (Index) jsou impulsy šířky 2 až 5 ms na každou otáčku diskety. Tento signál potřebuje řadič zvláště při formátování diskety. Kromě toho se od něj odvozuje (po několika otáčkách) signál READY, který poskytuje řadiči informaci o nominálních otáčkách diskety. U hardsektorových FDJ senzor poskytuje směs indexových a hardsektorových impulsů. Tyto mechaniky mají proto z mnohostabilních obvodů sestaveny separátor těchto impulsů (MF 6400, možnost u C 7113).

Funkce signálu READY je často podmíněna jinými signály, např. HL (K 5600). V tomto zapojení pak mechanika nemůže přímo spolupracovat s řadiči I 8272 či WD 2797, protože tyto řadiče generují HL až při aktivním READY.

Další obvody FD mechanik mají pouze některé typy. Externím signálem IN USE (v činnosti) lze zvláštním zámkem znemožnit otevření dvířek. Tento zámek bývá aktivován i signálem HL (MF 6400). Tuto funkci, stejně jako většinu dalších doplňkových funkcí FDJ, lze volit propojkami na plošném spoji mechaniky. Některé mechaniky umožňují udržovat signálem IN USE zamknutá dvířka i přesto, že nejsou vybrány signálem SEL (BASF 6106/6108). Signál DCH (Disk Change) může informovat řadič o tom, že během doby odstavení mechaniky byla vyměněna disketa.

Velmi důležitým signálem je signál SEL, resp. skupina signálů SEL 1 až SEL 4. Pracuje-li řadič s jedinou mechanikou, pak tento signál může být trvale SEL = L. Má-li se připojit více mechanik (zpravidla max 4), všechny I/O signály jsou spojeny paralelně a pouze signál SEL z řadiče určuje, která mechanika bude v provozu. Ta se potom připojí k řadiči jako ke sběrnici s otevřeným kolektorem. To je také důvod, proč všechny signály mezi řadičem a mechanikami pracují v negativní logice. Vstupní a výstupní interfejs (obr. 14) odepíná v neaktivním stavu příslušného signálu všechny vstupní a výstupní signály FDJ. Nevybraná mechanika nemůže tedy krokovat, zapiso-



Obr. 17. Řízení krokového motoru

vat či poskytovat signál indexu. Připojení signálu SEL je různé. Nejjednodušší a nejčastější je způsob, kdy každá mechanika má svůj vstup SELECT se svým signálem od řadiče (CONSUL 7113). Jiné mechaniky umožňují výběr jednoho ze čtyř signálů SEL 0 až SEL 3 přímo na desce FDJ propojkou. Maďarská MF 6400 může dokonce komparovat všechny čtyři selekty s nastaveným stavem pomocí komparátoru 7485. Časté problémy způsobují pracovní rezistory vstupních signálů FDJ, které jsou umístěny na jejich deskách. Pracovní rezistory (resp. vstupní děliče)

mají malý odpor kvůli přizpůsobení vedení 150 až 200 Ω. Při zapojení čtyř mechanik paralelně by se měly připojovat mechaniky na 1 plochý kabel vedoucí od jedné mechaniky k další a zakončovací odpory se ponechají jen u té poslední. Jinak by budiče musely dodávat proud až 130 mA, což nedodá ani 7407 či 7406. Proto lze většinou na dalších mechanikách tyto odpory odškrábnout (C 7113), odpojit propojkou či vyjmout ze soklu (MF 54/58 S/D). Podmínkou je malá vzdálenost 8" a 5,25" FDJ, spolu se zapojením konektoru mechanik 5,25". Běžné typy 5 1/4" a 3 1/2" používají buď konektor 2 × 17 nožů (palcový), nebo dvouřadový 2 × 17 jehel s roztečí řad i jehel 2,54 mm. Rozmístění signálů je shodné. Ale protože první signály (špičky 1 – 6) se obvykle nepoužívají, existují mechaniky se zkráceným konektorem na 2 × 14 (resp. 2 × 13 – to jsou vynechány i piny 33/34). I napájecí konektor těchto mechanik má shodné rozmístění, ale rozteč pouze 2,54 mm.

U/RDY/DCH	34	33	signálový konektor, pohled na nože s roztečí 2,54 mm	
SS	32	31		
RD	30	29		
WP	28	27		
TR00	26	25		
WG	24	23		
WD	22	21		
ST	20	19		
SD	18	17		
M0	16	15		
SEL 3	14	13		napájecí konektor, pohled na špičky
SEL 2	12	11		
SEL 1	10	9		
IX	8	7		
SEL 4/RDY	6	5	+5 V ⊥ +12 V	
IU/RDY	4	3		
HL/HD	2	1		

(standardní rozteči 5,25")
MF 54/58 S/D, BASF 6106/6108,
TEAC 55B, C 7121

Obr. 18. Zapojení konektorů FDJ

Literatura

- 1) Servisní dokumentace FDJ CONSUL 7111, 7112, 7113.
- 2) Servisní dokumentace FDJ Momiflex MF 6400, MF 3200.
- 3) Servisní dokumentace BASF 6106/6108.
- 4) Servisní dokumentace TEAC FD 55 BV.
- 5) Servisní dokumentace Robotron K 5600.10/20.
- 6) Servisní dokumentace MOM M 54/58 S/D.
- 7) Předběžné zprávy CONSUL C 7115, C 7121.
- 8) Výběr informací z org. a výp. techniky, č. 4/85, 3/87.
- 9) MC, č. 10/85, BRD.

Porovnání některých vlastností 8" FDJ

	C 7113	C 7115	MF 3200	MF 6400
Počet stop	77	2 × 77	77	77
Počet hlav	1	2	1	1
Otáčky	360	360	360	360
Krok (ms)	8	4	10	4
Uklidnění po ST (ms)	20	20	25	25
Uklidnění po HL (ms)	35	35	40	35
Napájení (V)	220, ±5, +24	+24, +5	220, ±5, +24	220, +5, +24
Hustota stop (t.p.i.)	48	48	48	48
Způsob záznamu	FM	FM, MFM	FM	FM, MFM
Mechanismus	Šroub.	Y-pásek	Šroub.	Y-pásek
Hmotnost (kg)	7	3,5	8	6
Rychlost přenosu (kb/s)	250	250/500	250	250/500

Porovnání některých vlastností mechanik 5,25"

	C7121 K5600.10/20	BASF 6106/8	TEAC 55B/F	M54/58B/D	
Počet stop	40	40/80	40	40/80	40/80
Počet hlav	1	1	1/2	1	1/2
Otáčky (-1)	300	300	300	300	300
Krok (ms)	6	12/8	12	6	3
Uklidnění po ST (ms)	20	10	35	15	15
Uklidnění po HL (ms)	40	40	48	-	35
Napájení (V)	+5, +12	+5, +12	+5, +12	+5, +12	+5, +12
Hustota stop (t.p.i.)	48	48/96	48	48/96	48/96
Head Load	ano	ano	ano	ano	ano
Způsob záznamu	FM/MFM	FM/MFM	FM/MFM	FM/MFM	FM/MFM
Mechanismus	Y-pásek	Šroub.	Spirál.	Y-pásek	Y-pásek
Hmotnost (kg)	1,5	1,5	1,4	1,3	1,5
Rychlost přenosu (kbit/s)	125/250	125/250	125/250	125/250	125/250
Normaliz. připojení	ano	ne	ano	ano	ano
Výška (mm)	41,5	60	53	41,5	41,5