

5. Kaupikliai

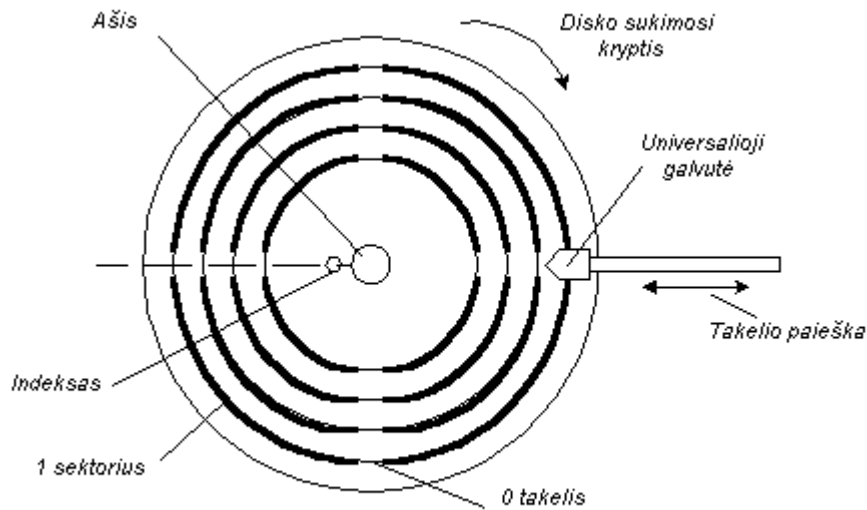
Išorinės atminties įrenginiuose informacija saugoma autonomiškai nepriklausomai nuo to, ar kompiuteris įjungtas. Šiuose įrenginiuose informacijai saugoti naudojami įvairūs metodai – magnetinis, optinis, elektroninis arba jų derinys. Pagal kreipties į išorinę atmintį saugomą informaciją būdą jos įrenginiai skirstomi į tiesioginės ir nuosekliosios kreipties. Išorinės atminties įrenginiams būdinga tai, kad visi jie operuoja informacijos blokais, bet ne baitais, žodžiais arba bitais. Paprastai šie blokai būna fiksuotojo dydžio.

5.1. Diskiniai kaupikliai

Duomenys bei programos kompiuteriuose saugomi įvairiuose kaupikliuose: lanksčiuosiuose diskuose {floppy disk}, standžiųjų diskų įrenginiuose {hard disk}, juostiniuose {tape} ir kituose kaupikliuose.

Šiame skyriuje daugiausia nagrinėsime standžiųjų diskų kaupiklių (toliau juos vadinsime tiesiog diskinais) konstrukciją, veikimo principą bei jų interfeisus.

Nepaisant didelės diskinių kaupiklių įvairovės ir informacijos rašymo bei skaitymo principų, pagrindinis jų mechanizmas yra toks, kaip supaprastintai pavaizduota 5.1 pav.



5.1 pav. Diskinio kaupiklio mechanizmas

Informacijos nešiklio sluoksnis – magnetinis, optinis arba koks nors kitas – yra diskų darbinuose paviršiuose. Diskus suka *ašinis variklis* {spindle motor}, užtikrinantis tam tikrą sukimosi greitį. Diske yra *indeksų žymeklis*, specialiu davikliu pažymintis kiekvieną disko apsisukimo pradžią. Informacija diskuose išdėstoma koncentrinuose takeliuose {tracks}, kurių numeracija prasideda nuo išorinio {track 00}. Kiekvienas takelis suskaidytas į fiksuotojo dydžio sektorius {sector}. Sektorius yra minimalus informacijos blokas, kuris gali būti įrašytas arba nuskaitytas iš disko. Sektorių numeracija prasideda vienetu ir derinama prie indeksų žymeklio. Kiekviename sektoriuje yra tam tikros tarnybinės informacijos apie jo adresą, kontrolinius kodus ir pan. bei duomenų sritis, kurios dydis paprastai 512 baitai. Jei kaupiklyje esti keli darbiniai paviršiai (ašyje gali būti išdėstyti diskų paketas ir kiekviename diske abu paviršiai gali būti darbiniai), tai to paties numerio takelių visuma sudaro šio numerio *cilindrą* {cylinder}. Kiekvienam disko darbiniam paviršiui skirta sava informaciją skaitanti ir rašanti *galvutė* {head}. Galvutės numeruojamos nuo nulio. Kad įvyktų elementari keitimosi duomenimis operacija – sektoriaus skaitymas arba rašymas – ašis turi sukis nustatytu greičiu, galvučių blokas turi būti pastumtas ties tam tikru cilindru ir tik tada, kai tam tikras sektorius priartės prie nurodytos galvutės, tarp galvutės ir kaupiklio elektroninių schemų prasidės keitimasis duomenimis.

5.1.1. Duomenų magnetinis įrašymas

Įrašinėjant kiekvieną duomenų bitą magnetiniame diske formuojasi *skirtingo įmagnetinimo atkarpų seka*. Įrašymo takelio atkarpa, kurioje gali būti įrašyta viena įmagnetinimo ženklo keitimosi zona, vadinama *perėjos ląstele* {transition cell}, arba tiesiog *bito ląstele*. Tokios ląstelės geometriniai matmenys priklauso nuo įrašo signalo taktinio dažnio ir greičio, kuriuo diskas juda įrašymo galvutės atžvilgiu. Įrašinėjant atskirus duomenų bitus šiose ląstelėse iš ženklo keitimosi zonų formuojasi tam tikram informacijos kodavimo metodui būdingas „ornamentas“. Tai susiję su tuo, kad įrašymo signalas nėra tiksli išeities duomenų impulsų sekos kopija (prieš įrašant, duomenys tam tikru būdu koduojami).

Šis signalų jungimas ir įkūnija duomenų kodavimo daugelio metodų idėją.

Elementarus duomenų ir sinchronizavimo signalų jungimas – „apskliausti“ kiekvieną informacijos bitą, t. y. prieš siunčiant duomenų ląstelę į ryšio liniją siunčiamas sinchronizavimo signalas. Kai nešikliai esti magnetiniai, tai reiškia, pavyzdžiui, kad informaciją sauganti ląstelė turi prasidėti nuo ženklo keitimosi zonos, kuri atstos antraštę. Toliau seka informacijos bitų atitinkanti perėja. Nagrinėjamoji ląstelė baigiasi dar viena ženklo keitimosi zona, kuri tuo pat metu bus kitos ląstelės startinė zona. Aprašytasis metodas (buvo realizuotas Manchester II kompiuteryje) labai patikimas, tačiau papildomos ženklo keitimosi zonos užima diske papildomą vietą.

Diskinių kaupiklių kūrėjai išradinėja tokius duomenų kodavimo būdus, kurie suteikia galimybę sutalpinti kuo daugiau duomenų bitų esant minimaliam ženklų keitimosi zonų kiekiui.

Realiai taikomi trys duomenų kodavimo būdai:

- dažninės moduliacijos {FM – Frequency Modulation};
- MFM ir
- RLL.

5.2.1. Dažninės moduliacijos duomenų kodavimo metodas

Dažninės moduliacijos {FM} – vienas pirmųjų kodavimo būdų ir buvo taikomas įrašant *viengubuoju (standartiniu) tankiu* {single density} lanksčius diskelius pirmuosiuose PC klasės kompiuteriuose. Šių vienpusių diskelių (8 colių) talpa buvo tik 80 K. Dabar šis būdas nebetaikomas.

Duomenis koduojant FM būdu loginis „1“ pateikiamas kaip ženklo keitimosi zona bito ląstelėje, o loginis „0“ byloja, kad jos nėra.

Sinchronizavimui užtikrinti kiekviena bito ląstelė prasideda papildoma ženklo keitimosi zona. Loginis „1“ šiuo atveju koduojamas kaip dar viena papildoma ženklo keitimosi zona, o loginis „0“ reiškia jos nebuvimą.

Šio paprasto kodavimo būdo trūkumas – kiekvienam informacijos bitui įrašyti naudojamos dvi ženklo keitimosi zonos, ir teorinė disko talpa mažėja perpus.

Ženklo keitimosi zonų sekos kiekvienoje elementarioje ląstelėje pateiktos 5.1 lentelėje.

5. 1 lentelė. Ženklo keitimosi zonų seka įrašinėjant dažninės moduliacijos {FM} metodu

| Duomenų bitas | Ženklo keitimosi zonų seka |
|---------------|----------------------------|
| 1 | |
| 0 | - |

Pastaba:

ženklas keičiasi: |
ženklas nesikeičia: -

Šis duomenų kodavimo metodas pavadintas dažnio moduliacija todėl, kad atkuriant vienetų seką signalo dažnis dukart aukštesnis nei atkuriant nulį seką.

5.2.2. Modifikuotasis dažninės moduliacijos duomenų kodavimo metodas

Kuriant modifikuotąjį dažninės moduliacijos {MFM – Modified Frequency Modulation} metodą pagrindinis tikslas buvo sumažinti (palyginti su FM) ženklo keitimosi zonų skaičių, esant tiek pat duomenų. Šiam metodui būdinga tai, kad sumažinta ženklo keitimosi zonų, naudojamų tik sinchronizavimui. Sinchronizavimo perėjos įrašomos tik ląstelių su nuliniu duomenų bitu pradžioje ir tik tuo atveju, jeigu prieš tai taip pat buvo nulinis duomenų bitas. Visais kitais atvejais sinchronizavimo ženklo keitimosi zona neformuojama. Sumažėjus ženklo keitimosi zonų, naudojamų tik sinchronizavimui ir neturinčių jokios naudingos informacijos, esant tam pačiam įrašymo tankiui, disko talpa, palyginti su FM metodu, dvigubėja. Todėl diskai, įrašyti MFM metodu, dažnai vadinami dvigubojo įrašymo tankio {Double Density}. Šiuo metu MFM įrašymo metodas plačiai taikomas diskelių kaupikliuose, o anksčiau buvo įprasta ir diskiniuose kaupikliuose.

Taikant šį metodą griežtesni reikalavimai keliama signalų sinchronizavimui. Kaupiklių schemos sudėtingesnės. Duomenų bitų ir ženklo keitimosi zonų atitikmenys pateikti 5.2 lentelėje.

5.2 lentelė. Ženklo keitimosi zonų seka įrašinėjant modifikuotuoju dažninės moduliacijos {MFM} metodu

| Duomenų bitas | Ženklo keitimosi zonų seka |
|----------------|----------------------------|
| 1 | - |
| 0, prieš tai 0 | - |
| 0, prieš tai 1 | - - |

Pastaba:

ženklas keičiasi: |
ženklas nesikeičia: -

5.2.3. RLL duomenų kodavimo metodas

Koduojant šiuo dabar labiausiai paplitusiu metodu diske galima patalpinti 1,5 karto daugiau duomenų negu įrašinėjant MFM būdu ir triskart daugiau negu FM metodu. Taikant RLL metodą koduojami ne tam tikri bitai, o ištisos bitų grupės. Jos pagal tam tikras taisykles keičiamos į rašymo srovės impulsų sekas ir atitinkamai – į ženklo keitimosi zonų sekas diske.

RLL metodas buvo sukurtas IBM firmoje ir iš pradžių taikytas tik didelių kompiuterių diskiniuose kaupikliuose. 80-ųjų metų pabaigoje jį imta taikyti ir PC klasės kompiuteriuose.

Pavadinimas RLL – Run Length Limited – *su riboto ilgio „tarpu“* gerai atitinka pagrindinį principą, kuriuo pagrįstas šis metodas: apibrėžiamas minimalus ir maksimalus bitinių ląstelių (be ženklo keitimosi zonų), kurias galima išdėstyti tarp dviejų diske realiai įrašytų ženklo keitimosi zonų, kiekis. Šiuos dydžius galima nurodyti nepriklausomai vieną nuo kito ir, natūralu, kodavimo algoritmas nuo to atitinkamai keisis. Iš esmės taikomos tik dvi kombinacijos: RLL 2,7 ir RLL 1,7.

FM ir MFM metodus galima pavaizduoti iš dalies kaip RLL metodo atvejus. Pvz., FM – kodavimą galima pavadinti RLL 0,1, kadangi tarp dviejų ženklo keitimosi zonų gali būti tik viena arba nė vienos bitų ląstelės. Atitinkamai MFM metodas pagal šią terminiją vadintųsi RLL 1,3, kadangi tarp dviejų ženklo keitimosi zonų gali būti nuo vienos iki trijų bitų ląstelių.

Yra duomenų [8], kad ateityje labiausiai bus taikomas RLL 1,7 metodas. Jis ne toks „ekonomiškas“ nei RLL 2,7, tačiau patikimesnis.

Aiškinti RLL – kodavimo esmę be pavyzdžio labai sunku, todėl konkretumo dėlei pateiksime IBM firmos lentelės (5.3 lentelė), kuri naudojama sudarant šifratorius ir dešifratorius, fragmentą (tokių lentelių teoriškai galėjo būti tūkstančiai variantų).

Šioje lentelėje galima pastebėti, kad, pvz., 0000 0001 baito užkoduoti neįmanoma, nes nepavyksta jo sudaryti iš lentelėje pateiktų bitų grupių. Tačiau praktikoje tokių problemų nekyla. Aiškinama tuo, kad kaupiklio valdiklis šiuo atveju operuoja ne baitais, o iškart formuoja įrašo sektorius. Todėl pasitaikius tokiam baitui, valdiklis ieško bitų grupės pagal kitą – gretimą baitą.

5.3 lentelė. Duomenų perkodavimas į ženklo keitimosi zonas pagal RLL 2,7 metodą

| Eil. Nr. | Bitų grupė | Ženklo keitimosi zonų seka |
|----------|------------|----------------------------|
| 1 | 10 | - - - - |
| 2 | 11 | - - - |
| 3 | 000 | - - - - - |
| 4 | 010 | - - - - |
| 5 | 011 | - - - - - |
| 6 | 0010 | - - - - - - |
| 7 | 0011 | - - - - - - |

Pastaba:

ženklas keičiasi: |
ženklas nesikeičia: -

5.3. Įrašų sektoriai

Disko įrašo takelis per didelis, kad jį galima būtų naudoti kaip informacijos saugojimo vienetą. Daugelio kaupiklių takelio talpa viršija 50 000 baitų, tokį bloką skirti mažam failui saugoti labai neekonomiška. Todėl takeliai diske skaidomi į tarpines atkarpas – *sektorius*.

Sektorių takelyje būna skirtingai. Pavyzdžiui, diskeliuose – nuo 8 iki 36, diskuose – nuo 17 iki 100 ir daugiau. Dabar standartinė PC tipo kompiuterių kaupiklių sektorių talpa – 512 baitų.

Sektorių numeracija prasideda vienetu (galvutės ir cilindrai numeruojami nuo 0). Pavyzdžiui, didelio tankumo {HD – High Density} disko diskelis (1,44M talpos) suskaidytas į 80 cilindrų (0 – 79), tokime kaupiklyje yra dvi galvutės (0 ir 1), o kiekvieno cilindro takelis suskaidytas į 18 sektorių (1 – 18); taigi – $80 \times 2 \times 512 = 1\,474\,560$ baitų.

Sužymint diską kiekvieno sektoriaus pradžioje ir pabaigoje sudaromos papildomos sritys. Šiose srityse įrašomi sektorių numeriai ir kita tarnybinė informacija, būtina valdikliui identifikuoti sektoriaus pradžią ir pabaigą. Todėl sužymėto ir nesužymėto disko talpos skiriasi. Pavyzdžiui, 3,5² skersmens diskelio talpa nuo pradinių 2M (dabar jau yra 4M) po sužymėjimo mažėja iki 1,44 M (atitinkamai iki 2,88M).

Buvo minėta, kad sektoriaus talpa yra 512 baitų, tačiau tai ne visai tikslus teiginys. Sektoriuje gali būti įrašyta būtent tiek duomenų, tačiau duomenys sudaro tik dalį sektoriaus įrašo. Visas sektoriaus dydis (kartu su tarnybine informacija) yra per 571 baitų. Skirtinguose kaupikliuose sektoriaus antraštė {header} ir pabaiga {trailer} būna įvairaus dydžio, tačiau nurodytoji sektoriaus talpa tipiška.

Sektoriaus tarnybinės sritys sudaromos diską sužymint; duomenų sritys šiuo atveju užpildomos fiktyviomis reikšmėmis. Įrašinėjant, duomenų srities turinys perrašomas, o antraštės ir pabaigos informacija – ne. Ją galima pakeisti tik peržymėjus diską.

Buvo minėta, kad kiekvieno sektoriaus pradžioje įrašoma jo antraštė (arba priešdėlis, prefiksas), o jo gale – pabaiga (arba priesaga, sufiksas). Pagal antraštę valdiklis nustato sektoriaus pradžią ir jo numerį, o pabaigoje dažniausiai būna kontrolinė suma, reikalinga duomenų tikrumui tikrinti. Vykdam žemutinio lygio sužymėjimą (fizinį) visiems informatyviems bitams suteikiamos tam tikros vienodos reikšmės, pavyzdžiui, F6h.

Pažymėkime, kad takelyje tarp sektorių yra tuščių tarpų, kurie taip pat mažina sužymėto disko talpą.

Takelio struktūra – sektorių seka – nustatoma jį sužymint, o takelio pradžią valdiklis aptinka pagal indeksų jutiklio signalą. Sektorių numeracija, valdikliui nurodoma sužymėjimo metu, nėra griežtai ribojama, tačiau visi takelio sektoriai turi turėti unikalius numerius iš leistino intervalo. Esant kreipčiai į tam tikrą nurodyto numerio sektorių, šis ieškomas pagal identifikatorių ir, jei per vieną disko apsisukimą (arba per kelis apsisukimus) nebus aptiktas, valdiklis fiksuoja klaidą *Sector not Founded* – sektorius neaptiktas. Sektoriaus paiešką pagal jo antraštę, duomenų su kontroliniu kodu sektoriuje išdėstymą bei duomenų skaitymą ir tikrinimą pagal CRC ir ECC kodus kontroliuoja kaupiklio valdiklis. Jis taip pat valdo nurodyto cilindro paieškos procesą ir, pasirinkus tam tikrą takelį, atitinkamai perjungia galvutes.

5.4. Diskų sužymėjimas

Yra dvi diskų sužymėjimo rūšys:

- fizinis (žemo lygmens) ir
- loginis (aukšto lygmens).

Diskelius sužymint pagal DOS {Disk Operating System} operacinės sistemos (OS) komandą Format, abi šios operacijos vykdomos vienu metu, tačiau jei diskai standieji, kiekvieną iš šių etapų reikia vykdyti atskirai.

Yra ir trečiasis, tarpinis, sužymėjimo etapas – disko skaidymas į skyrius {partitions}. Skyrius sudaryti būtina tuo atveju, jei numatoma viename kompiuteryje naudoti kelias OS. Fizinis sužymėjimas visada vienodas ir nepriklauso nuo OS savybių ir aukšto lygmens sužymėjimo parametrų (kurie skirtingų OS gali būti skirtingi). Organizuojant kelis skyrius viename kaupiklyje kiekvienas iš jų gali būti valdomas savos OS arba bendroje DOS būti atskiru tomu {volume} ar loginiu disku {logical drive}. Tomas arba loginis diskas – tai toks diskinio kaupiklio struktūros vienetas, kuriam DOS suteikia raidės žymę.

Taigi standžiojo disko sužymėjimą sudaro trys etapai:

1. žemo lygmens sužymėjimas {LLF – Low-Level Formatting},
2. disko suskaidymas į skyrius {Partitioning},
3. aukšto lygmens sužymėjimas {HLF – High-Level Formatting}.

Diską sužymint žemu lygmeniu takeliai skaidomi į tam tikrą skaičių sektorių, kuriuose įrašomos antraštės ir pabaigos. Be to, formuojami tarpai tarp sektorių ir tarp takelių. Kiekvieno sektoriaus duomenų sritis užpildoma fiktyviais baitais arba testinėmis sekomis. Diskelių kaupikliuose sektorių takelyje skaičius priklauso nuo diskelio bei kaupiklio tipo; sektorių skaičius disko takelyje – nuo kaupiklio interfeiso ir valdiklio.

Pirmuosiuose ST-506/412 valdikliuose, įrašinėjančiuose MFM metodu, takeliai visada buvo skaidomi į 17-ą sektorių, o to paties tipo RLL kodavimo valdikliuose sektorių skaičius buvo padidintas iki 25–26. ESDI – Enhanced Small Device Interface tipo kaupikliuose takeliai susideda ne mažiau kaip iš 32 sektorių. IDE – Integrated Drive Electronics kaupikliuose valdikliai integruoti (vidiniai), ir pagal jų tipą sektorių takelyje gali būti nuo 17 iki 100 ir daugiau. SCSI – Small Computer System Interface kaupikliai – tai tie patys IDE kaupikliai su integruotu SCSI magistralės adapteriu, todėl čia sektorių skaičius taip pat priklauso nuo valdiklio markės.

Daugelyje IDE bei SCSI kaupiklių taikomas zoninio įrašymo {Zoned Recording} metodas, kai sektorių takelyje skaičius kintamas. Disko išoriniai – ilgesnieji takeliai skaidomi į daugiau nei vidiniai takeliai sektorių.

5.5. Diskų loginė struktūra

Visi diskiniai ir diskelių kaupikliai, sąveikaujantys su DOS operacine sistema, yra panašaus loginio formato. Loginio formatu vadinama tai, kad diske rezervuojamos specialios sritys tarnybinei informacijai saugoti. Ši informacija būtina operacinės sistemos darbui su šiais įrenginiais užtikrinti. Tokių sričių kūrimo ir užpildymo procesas vadinamas *loginiu sužymėjimu* {logical formatting}. Disko loginė struktūra kuriama taikant specialias operacinės sistemos programas. Būtina pabrėžti, kad kuriamų sričių turinys gali būti visiškai arba iš dalies užpildomas arba keičiamas ne tik diskus sužymint, bet ir diskus eksploatuojant.

Kiekvieno disko įkelties sektorius (įrašas) {BR – Boot Record} pagal pavadinimą – tai tik vienas sektorius takelyje. Jo struktūrą išnagrinėsime kiek vėliau.

Failų išdėstymo lentelė {FAT – File Allocation Table} diske išdėstoma iš karto po įkelties įrašo ir yra kintamo dydžio. FAT lentelėje saugomi duomenys apie failų išdėstymą diske. Pažymėtina, kad šią lentelę sudaro elementai (12-os, 16-os arba 32-ų bitų), iš kurių kiekvienas atitinka tam tikrą disko ertmės sritį ir atitinkamu kodu apibūdina jos būklę:

- užimta,
- laisva arba
- defektinė.

Kiekvienos FAT lentelės pradžioje (jos pirmajame elemente) saugomas vadinamasis *disko paviršiaus aprašas* {deskriptorius} {media descriptor}, kuris apibūdina kaupiklio tipą (pvz., standžiojo disko – F8h). Pažymėtina, kad minimalus elementas, kuriuo operuoja DOS operacinė sistema, dirbant su kaupikliais, yra ne sektorius, o sektorių grupė (2-ų, 4-ų ir t. t.) – *klasteris* {cluster}. Diskiniuose bei diskelių kaupikliuose paprastai būna dvi FAT kopijos (saugumo dėlei), išdėstytos viena greta kitos. Jų turinys visiškai sutampa.

Pagrindinis katalogas {Root Directory} diske užima tiksliai fiksuotą vietą – iš karto po paskutinės FAT lentelės. Jį sudaro ribotas 32 baitų įrašų skaičius. Kiekviename tokiam įraše saugoma informacija apie tam tikrą failą arba kitą katalogą (subkatalogą) bei disko žymė. Visą kitą disko ertmę užima duomenų sritis, kurioje yra duomenų arba subkatalogų failai.

5.5.1. Įkelties sektoriaus struktūra

Kiekvieno disko įkelties sektorius {BR} saugomas nuliniame loginiame sektoriuje. Jame yra tam tikros informacijos apie diską ir nedidelė įkelties programa IPL {Initial Program Loading 2}.

5.5.2. Pagrindinės pradinės įkelties sektoriaus struktūra

Kiekviename diskiniame kaupiklyje (kaip atskirame elektroniniame įrenginyje) yra sritis, vadinama pagrindiniu pradine įkelties įrašu {MBR – Master Boot Record}. Taip daroma todėl, kad OS atžvilgiu diskinis kaupiklis gali būti suskaidytas į kelis loginius diskus, su kuriais ji gali dirbti kaip su tam tikrais realiais įrenginiais. Būtent todėl fiziniai sektoriai standžiajame diske gali būti apibūdinami dviejose „koordinačių sistemose“:

- fizinėje (cilindras, galvutė, sektorius – {cylinder, head, sector – CHS}) ir
- loginėje (loginio sektoriaus numeris).

Tačiau tai nieko bendro neturi su realiais ir transliuojamais kaupiklio parametrais (kaupiklio loginiu konfigūravimu).

Standžiajame diske MBR įrašui talpinti visada skiriamas pirmas fizinis sektorius (0 cilindras, 0 galvutė, 1 sektorius). Loginio numerio jis neturi, kadangi yra bendras visiems loginiams diskams. Šio sektoriaus pradžioje yra IPL1 {Initial Program Loading} įkelties programa, kurią vykdant, nuskaitomas antro svarbaus MBR elemento turinys – disko skyrių lentelė {Partition Table}. Partition Table lentelę sudaro keturi 16-baitų elementai (skyriai), padalinti į tam tikrus laukus.

5.5.3. Diskelių sužymėjimas

Diskeliai paprastai sužymimi juos gaminant. Tačiau dėl vienu ar kitu priežasčių kompiuterių vartotojams diskelius sužymėti tenka gana dažnai. Buvo minėta, kad standžiųjų diskų fizinio ir loginio sužymėjimo procesai atskirti, diskelių – tai viena bendra procedūra. Ją vykdant valdiklis į diskelį rašo tam tikrą tarnybinę informaciją, kuri nusako diskelio cilindrų ir sektorių žymėjimą bei juos sunumeruoja. Diskelio sektoriaus formato struktūrą sudaro sinchronizavimo baitai, rodantys kiekvieno sektoriaus pradžią, identifikatoriaus antraštės, susidedančios iš galvutės, sektoriaus ir cilindro numerių, bei ciklinės lyginumo kontrolės {CRC} baitai. Fizinio sužymėjimo metu taip pat pažymimi defektiniai sektoriai, kad ateityje galima būtų uždrausti kreipimąsi į juos.

Be atitinkamų „standartinių“ sužymėjimo programų, įeinančių į visas operacines sistemas, yra nepriklausomų programinės įrangos gamintojų aibė vadinamųjų paslaugų programų {utility}. Nepriklausomų gamintojų paslaugų programos galimybėmis nenusileidžia standartinėms programoms, tačiau dažnai turi patogesnę vartotojo interfeisą. Pvz., jau minėta Format paslaugų programa teikia galimybę diskelius sužymėti „besąlyginiu“ {unconditional}, „saugiuoju“ {safe} ir „sparčiuoju“ {quick} būdu.

„Saugiojo“ sužymėjimo metu pačiame diskelyje išsaugoma (kopijuojama) pagrindinio katalogo {Root Directory} ir FAT lentelės informacija, o paskui šios sritys užpildomos nuliais. Sektoriuose esantys duomenys nekeičiami. Be to, sužymint „saugiuoju“ būdu, siekiant aptikti „netinkančius“ {bad} sektorius, skenuojamas diskelio paviršius. Vykdamas „spartųjį“ sužymėjimą, pagrindinio katalogo ir FAT lentelės sritys taip pat išsaugomos ir užpildomos nuliais, tačiau „netinkamų“ blokų neieškoma.

Vykdamas įprastąjį („besąlyginį“) sužymėjimą, iš pradžių rašoma būtiniausia tarnybinė informacija (faktiškai tai fizinio sužymėjimo fazė), toliau pagrindinio katalogo ir FAT lentelės sritys užpildomos nuliais, o į duomenų sritį rašomi F6h baitai, be to, ieškoma ir pažymimi defektiniai sektoriai.

5.5.4. Loginiai ir fiziniai adresai

Esant LBA – Logical Block Address diskinių kaupiklių veikimo režimui standartiniai kreipties parametrai transliuojami į tiesinius sektorių adresus pagal natūralią sektorių skaičiavimo tvarką. Sektorių su nuliniu tiesiniu adresu atitinka nulinio cilindro nulinės galvutės pirmasis sektorius. Tiesinio adreso skaičiavimo formulė yra tokia:

$$LBA = (CYL \times HDS + HD) SPT + SEC - 1,$$

čia *CYL*, *HD* ir *SEC* – atitinkamai cilindro, galvutės ir sektoriaus numeris *CHS sistemoje*; *HDS* – galvučių skaičius; *SPT* – sektorių takelyje skaičius.

Pvz., kaupiklyje yra 1024 cilindrai, 6 galvutės ir 64 sektoriai takelyje. Kreiptis vyksta į 57-ąjį sektorių 4-ajame darbiname paviršiuje 12-ajame cilindre. Tiesinis sektoriaus adresas bus lygus

$$LBA = (12 \times 6 + 4) \times 64 + 57 - 1 = 4920.$$

Esant nuliniam tiesiniam adresui

$$LBA = 0 = (0 \times 6 + 0) \times 64 + 1 - 1 = 0,$$

kreiptis vyksta, kaip buvo minėta, į nulinio cilindro nulinės galvutės pirmąjį sektorių.

ATA-2 specifikacija esant LBA režimui numato 30-bitų adresavimo sistemą. Šiuo atveju maksimalus disko dydis gali būti

$$2^{30} \times 512 = 0,549755 \times 10^{12} \gg 0,5 \text{ TB}.$$

SCSI diskiniai kaupikliai LBA transliavimą taiko kaip natūralią adresavimo sistemą. Šiuo atveju 32-bitų tiesinis adresas reiškia, kad kaupiklio didžiausioji talpa gali būti

$$2^{32} \times 512 = 2,19902 \times 10^{12} \gg 2 \text{ TB}.$$

5.5.5. Zoninis įrašymas

Kai įrašymas zoninis, cilindrai jungiami į vadinamąsias zonas. Tos pačios zonos visų cilindrų sektorių skaičius vienodas. Kuo zona išdėstyta arčiau disko krašto, tuo į daugiau sektorių skaidomi takeliai. Pagal kaupiklio tipą diskai skaidomi į 10 ir daugiau zonų.

Taikant zoninį įrašymo metodą duomenų mainų su kaupikliu greitis yra nepastovus ir priklauso nuo zonos, ties kuria šiuo momentu yra galvutė. Taip yra todėl, kad išorinėse zonose sektorių daugiau, o kampinis disko sukimosi greitis vienodas (t. y. linijinis sektorių judėjimo galvučių atžvilgiu greitis, esant duomenų įrašymui arba skaitymui išoriniuose takeliuose, bus didesnis negu vidiniuose).

Kaupikliuose, veikiančiuose su išoriniais valdikliais, neįmanoma organizuoti zoninio įrašymo. Paaiškinama tuo, kad nėra įprasto būdo perduoti informaciją apie zonas iš diskinio kaupiklio išorėn. SCSI bei IDE kaupikliuose tai įmanoma, kadangi valdikliai yra integruoti į pačius kaupiklius, ir disko skaidymas į takelius bei sektorius yra vien kaupiklio „vidaus reikalas“. Integruotuosiuose kaupikliuose realūs (fiziniai) cilindrai, galvučių ir sektorių numeriai keičiami į loginius ir BIOS sistemos požiūriu tokie įrenginiai atrodo kaip fiksuoto takelių skaidymo į sektorius kaupikliai. Ši procedūra būtina todėl, kad PC BIOS sistemos neužtikrina kaupiklių, kuriems būdingas zoninis įrašymas, veikimo.

Zoninis įrašymo metodas taikomas beveik visuose IDE ir SCSI kaupikliuose. Jo taikymas didina šių kaupiklių talpą, palyginti su fiksuotuoju skaidymu, per 20 ... 50%.

5.6. Informacijos saugojimo diskuose optimizavimas

Optimizuojant informacijos saugojimą diskuose didinamas kaupiklių našumas. Vieno sektoriaus keitimosi duomenimis laikas susideda iš *cilindro išrinkimo laiko* {Seek Time}, *sektoriaus artėjimo prie galvutės laiko (laukimo laikas)* {Latency Time} ir kaupiklio bei valdiklio ir valdiklio bei kompiuterio pagrindinės atminties keitimosi duomenimis (iš to sektoriaus) laiko. Pagrindiniai veiksniai, lemiantys šį laiko eikvojimą, yra mechaniniai – galvutės padėties nustatymo ir disko sukimosi greičiai. Pastarasis iš šių faktorių lemia ir sektoriaus laukimo (vidutiniškai pusė disko apsisukimo periodo), ir tam tikro sektoriaus duomenų siuntimo laiką (šis laikas apytiksliai lygus vieno apsisukimo laikui, padalintam iš sektorių viename takelyje skaičiaus). Tačiau pavienio sektoriaus duomenų siuntimas pasitaiko labai retai. Todėl labai aktualu yra optimizuoti duomenų, esančių gretimuosiuose sektoriuose, bloko siuntimą. Natūralu, kad, jei duomenų blokas netelpa viename sektoriuje, tęsinys saugomas tame pačiame takelyje greta esančiame sektoriuje, kurio numeris skiriasi tik vienetu, nes prie jo prieiti paprasta – pakanka sulaukti jo priartėjimo prie galvutės. Kai visi tam tikro takelio sektoriai bus panaudoti, natūralu pereiti į kitą to paties cilindro paviršių, o tam pakanka elektroniniu komutatoriumi greitai perjungti galvutes. Duomenimis užpildžius visus cilindro sektorius, perkėlus galvutes pereinama prie kito iš eilės cilindro – t. y. eikvojamas tam tikras laikas cilindrui išrinkti. Diskų erdvę defragmentuojančios programos kaip tik ir talpina failų blokus greta esančiuose klasteriuose, o tai reiškia – ir pagal išnagrinėtą sektorių sandarą. Diskiniuose kaupikliuose optimali yra būtent tokia sektorių užklausa.

Keitimosi duomenimis dideliais blokais greitį, kai mechaniniai parametrai ir sektorių viename takelyje skaičius tie patys, galima padidinti, sektorius išdėsčius tam tikra tvarka.

5.7. Standžiųjų diskų kaupiklių interfeisai

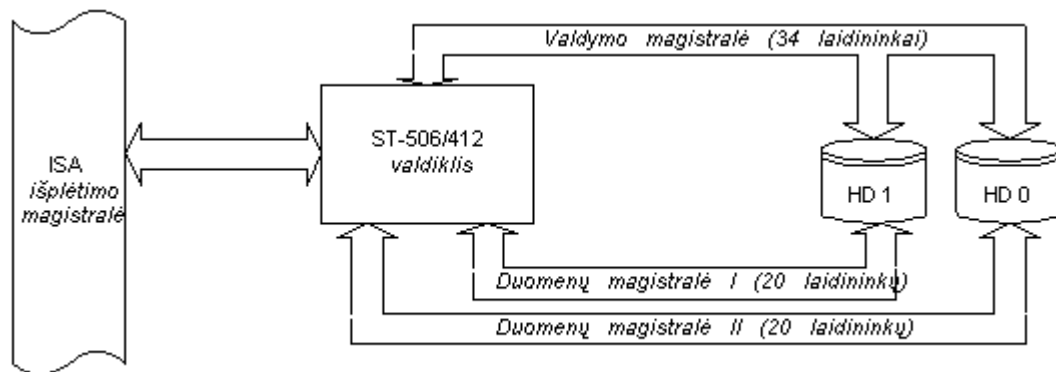
Per visą PC tipo kompiuterių istoriją buvo sukurti keli skirtingi standžiųjų diskų kaupiklių interfeisai:

- ST-506/412,
- ESDI,
- IDE ir
- SCSI.

Iš jų tik pirmieji du iš tikrųjų yra interfeisai tarp valdiklio ir kaupiklio. SCSI ir IDE yra vadinamieji sisteminiai interfeisai, juose pirmųjų dviejų interfeisų (ST-506/412 arba ESDI) valdiklis pagamintas kaip atskira mikroschema (arba mikroschemų rinkinys) ir sumontuotas kaupiklyje. Pvz., daugelyje SCSI bei IDE kaupiklių esti įrenginys, sudarytas pagal tą pačią, kaip ir autonominis ESDI valdiklis, schemą. SCSI interfeise tarp valdiklio ir kompiuterio sisteminės magistralės yra dar vienas papildomas duomenų ir valdymo organizavimo lygis (SCSI magistralė). IDE su kompiuterio sistetine magistrale sąveikauja tiesiogiai.

5.7.1. ST-506/412 interfeisas

Šį interfeisą 1980 m. sukūrė Seagate Technology firma. Jo struktūrinė schema pateikta 5.3 pav.:



5.3 pav. ST-506/412 interfeiso struktūrinė schema

Pagrindinis šio interfeiso trūkumas – duomenų šifritorius/dešifritorius yra pačiame valdiklyje, todėl duomenys tarp kaupiklių ir valdiklio perduodami analogine forma. Dėl ribotos sujungimo kabelių praleidžiamų dažnių juostos analoginis signalas gali būti iškreiptas, todėl ST-506/412 interfeise taikomas beveik tik MFM kodavimas (RLL kodavimui atlikti įrašymo/atkūrimo kanalo DACH turi būti platesnė, o DFCh – mažesnio nukrypimo nuo tiesės).

Sektorių skaičius takelyje taikant MFM kodavimą – 17, taikant RLL kodavimą – 25 arba 26.

5.7.2. ESDI interfeisas

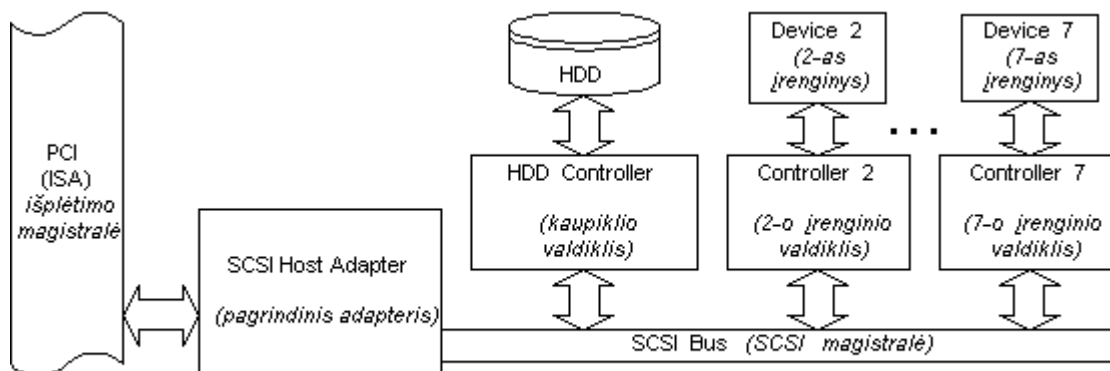
ESDI – Enhanced Small Device Interface (patobulintas mažų įrenginių interfeisas) – specializuotas standžiųjų diskinių kaupiklių interfeisas, sukurtas Maxtor firmos; 1983 m. pripažintas standartu. Palyginti su ST-506/412 interfeisu, numatytos priemonės duomenų atkūrimo patikimumui padidinti, pvz., šifritorius/dešifritorius sumontuotas pačiame kaupiklyje. Keitimosi duomenimis greitis gali siekti 3 MB/s. Tačiau realiai ESDI kaupikliuose jis neviršija 2 MB/s. Deja, skirtingos ESDI interfeiso realizacijos dažnai nesiderino tarpusavyje, todėl pigesnis ir ne mažiau greitaigis IDE interfeisas iš naujų kompiuterių ESDI interfeisą iš esmės „išstūmė“.

Kai kurie ESDI valdikliai iš kaupiklio gali tiesiogiai nuskaityti informaciją apie jo talpą ir defektyvių vietų išsidėstymą diskuose.

ESDI interfeiso struktūrinė schema tokia pati kaip ST-506/412 interfeiso. Laidininkų skaičius valdymo ir duomenų kabeliuose taip pat vienodas, tačiau skiriasi jų paskirtys.

5.7.3. IDE interfeisas

IDE – Integrated Drive Electronics (*kaupiklyje integruotos valdymo schemas*) terminas gali būti taikomas bet kuriam kaupikliui su vidiniu valdikliu (integrated – vidinis). Oficialusis IDE interfeiso pavadinimas, pripažintas ANSI (American National Standards Institute) – ATA (AT Attachment), – „prisijungimas prie AT (Advanced Technology) kompiuterių“.



5.4 pav. SCSI interfeiso struktūrinė schema

IDE kaupikliuose, kaip ir ESDI, valdiklis sumontuotas pačiame kaupiklyje.

Visuose naujausiuose PC tipo kompiuteriuose sisteminėje plokštėje numatyta jungtis IDE kaupikliui. Ji faktiškai yra „supaprastintas“ ISA sisteminės magistralės jungties variantas. Standartiniame ATA IDE variante naudojamos 40 kontaktų (iš 98-ių 16-os skilčių ISA magistralės jungties kontaktų) jungtys. Iš visų sisteminės magistralės linijų prie IDE jungties prijungtos tik tos, kurios užtikrina standartinio standžiųjų diskų kaupiklio veikimą.

Yra trys IDE interfeiso tipai, atitinkantys tris standartines sisteminės magistrales:

- AT Attachment – ATA IDE (16-skilčių ISA magistralė);
- XT IDE (8 skilčių ISA magistralė);
- MCA IDE (16 skilčių MCA magistralė).

XT ir ATA versijose naudojamos tos pačios 40 kontaktų jungtys ir kabeliai, tačiau jų cokoliai skiriasi, todėl jie tarpusavyje nesuderinami. MCA IDE versijoje naudojamos 72 kontaktų MCA magistralės jungtys.

Standartiniu pripažintas tik ATA IDE interfeisas.

5.7.4. SCSI interfeisas

SCSI interfeisas sudarytas remiantis SASI {Shugart Associates System Interface} interfeiso principais. Jis yra ne diskinis, bet sisteminis interfeisas. Tai yra ne valdiklio tipas, bet kompiuterio išplėtimo magistralė, užtikrinanti 8-ių įrenginių veikimą. Vienas iš jų, vadinamas pagrindiniu {host} adapteriu, yra jungiamasis blokas tarp SCSI ir kompiuterio sisteminės magistralės. Pati SCSI magistralė sąveikauja ne su tam tikrais įrenginiais – pvz., diskiniu kaupikliu, o su juose esančiais valdikliais.

SCSI magistralė užtikrina 8-ių su ja sujungtų įrenginių veikimą, kiekvienam iš jų suteikiamas identifikavimo numeris SCSI#. Vienas iš šių įrenginių – adapterio plokštė, įstatyta kompiuteryje; 7 likusieji – periferiniai įrenginiai. Prie vieno adapterio galima prijungti standžiųjų diskų kaupiklius, CD-ROM kaupiklius, skenerius ir kitus įrenginius (iš viso ne daugiau kaip 7). Beveik visuose kompiuteriuose galima įtaisyti iki 4-ių pagrindinių SCSI adapterių, t. y. periferinių įrenginių kiekis gali siekti 28. Kai kuriuose naujausiuose SCSI adapteriuose prie vienos magistralės galima jungti iki 15-os periferinių įrenginių.

Literatūra papildomam skaitymui apie diskinius kaupiklius

1. **A.Khurshudov.** The Essential Guide to Computer Data Storage: From Floppy to DVD / Prentice Hall PTR; ISBN: 0130927392. 2001, 380 p.
2. **K.G.Ashar.** Magnetic Disk Drive Technology : Heads, Media, Channel, Interfaces, and Integration / Inst of Electrical &; ISBN: 0780310837. 1997, 352 p.
3. **S.J.Bigelow, M.Sprague.** Bigelow's Drive and Memory Troubleshooting Pocket Reference / McGraw-Hill Professional Publishing; ISBN: 0071354530. 2000, 576 p.
4. **R.E.Matick.** Computer Storage Systems and Technology // ASIN: 0471576298
5. **E.X.Dejesus.** Hard Disk Quick Reference (Que Quick Reference Series) // ASIN: 0880228261
6. **B.Bhushan.** Tribology and Mechanics of Magnetic Storage Devices / Springer Verlag; ISBN: 0387946276. 1996, 1125 p.
7. **N.Fong.** Guide to Storage / FWB Software, LLC; ISBN: 0965191516. 1996, 380 p.
8. The RAID Book: A Source Book for RAID Technology // **Raid Advisory Board Staff.** ASIN: 1879936909.