

8. INTERFAȚA ATA-2 (EIDE)

8.1. Scopul lucrării

Se prezintă interfața ATA-2 (EIDE) pentru discuri fixe și variantele acesteia, punându-se în evidență îmbunătățirile aduse față de interfața ATA (IDE). Se descriu registrele interfeței, adresarea sectoarelor, modurile de transfer PIO și DMA, și principalele comenzi, conform standardului ATA-2. Se prezintă modurile de translatăre utilizate de variantele ROM BIOS extinse și cerințele pe care trebuie să le îndeplinească un sistem pentru a se putea utiliza interfața ATA-2.

8.2. Considerații teoretice

8.2.1. Tipuri de interfețe bazate pe standardul ATA

ATA-2

Reprezintă un standard de extensie pentru interfața *AT Attachment* (ATA), care a fost elaborat de comitetul *Small Form Factory* (SFF), ca urmare a îmbunătățirilor tehnologice ale unităților de discuri și a cererii crescute a capacității de memorare. Standardul păstrează compatibilitatea cu interfața ATA, aducând îmbunătățiri ale acesteia, fără a fi necesare modificări ale dispozitivelor instalate sau ale sistemelor software existente. Au fost introduse moduri de transfer PIO și DMA mai rapide și s-a îmbunătățit comanda "*Identify Drive*", ceea ce era necesar pentru sistemele "*Plug and Play*" și pentru compatibilitatea cu reviziile viitoare ale standardului.

Este în curs de elaborare standardul ATA-3, care va propune moduri de transfer mai rapide, de exemplu transferul DMA în *modul 3*, cu rate cuprinse între 20-32 MB/s.

ATAPI

Unul din dezavantajele interfeței ATA este că a fost proiectată numai pentru unități de discuri. Pe măsura răspândirii discurilor CD-ROM și a unităților încasetate de bandă, s-a pus problema utilizării aceleiași interfețe pentru acestea. Din acest motiv, comitetul *SFF* a elaborat standardul ATAPI (*ATA Packet Interface*), prin care se permite conectarea directă a unităților CD-ROM și a unităților de bandă la un port obișnuit ATA (IDE).

Standardul ATAPI descrie un protocol de comenzi care este diferit de cel utilizat de interfața ATA, fiind derivat din setul de comenzi al interfeței SCSI. Motivul pentru care este utilizat un alt protocol este că setul de comenzi și de registre ATA nu este adecvat pentru unele comenzi CD-ROM. Dispozitivele ATAPI recunosc doar un număr minim de comenzi ATA. Deci, deși unitățile CD-ROM ATAPI utilizează interfața pentru discurile fixe, din punct de vedere software ele sunt diferite, iar controlerul inteligent care nu sunt de tip ATAPI nu funcționează cu aceste unități. Aceasta înseamnă de asemenea că, în afara unor tipuri noi de BIOS, sistemul nu se poate încărca de pe o unitate CD-ROM ATAPI, și este necesar un driver pentru utilizarea acestor unități sub sistemele de operare DOS sau *Windows 3.x*.

EIDE

Reprezintă o propunere pentru o extensie a standardului ATA, introdusă de firma *Western Digital* în 1993. Deoarece această propunere a fost o îmbunătățire a standardului ATA (IDE) existent, a fost numită EIDE (*Enhanced IDE*). S-a extins setul de registre și de comenzi, astfel ca sistemele mai vechi (fără interfață EIDE) să poată funcționa cu noile unități EIDE. Propunerea se bazează pe standardul ATA-2 și ATAPI.

Dintre caracteristicile interfeței EIDE se amintesc următoarele:

- Eliminarea limitei de 504 MB pentru capacitatea adresabilă a discurilor, capacitatea maximă a unei unități fiind de 8.4 GB;
- BIOS îmbunătățit, care utilizează translatarea;
- Adresarea logică a unităților, în modul LBA (*Logical Block Addressing*);
- Posibilitatea conectării a până la 4 dispozitive la aceeași interfață, inclusiv a unităților CD-ROM și a unităților de bandă, prin introducerea unui port suplimentar;

- Moduri de transfer mai rapide: PIO în *modul 3* sau *modul 4*, DMA în modul 1;
- Transferuri de date de 32 de biți;
- Se menține compatibilitatea "*Plug and Play*", introdusă de interfața IDE.

Fast-ATA

Este o interfață care se bazează numai pe standardul ATA-2, fiind introdusă de firma *Seagate* și sprijinită de *Quantum*. Reprezintă un subset al interfeței EIDE, deoarece nu include toate facilitățile acesteia, acordându-se atenție în primul rând ratelor de transfer mai ridicate.

Interfețele Fast-ATA și Fast-ATA-2 se caracterizează prin:

- Moduri rapide de transfer: PIO în modul 3 (și modul 4 pentru Fast-ATA-2);
- Moduri de transfer multicuvânt: DMA în modul 1 (și modul 2 pentru Fast-ATA-2);
- Transferuri pe blocuri, prin comenzile *Read/Write Multiple*;
- Mod de adresare LBA.

Toate aceste interfețe au rezolvat problema limitei de 504 MB (sau 528.000.000 octeți) a capacității discurilor, care apărea la accesarea unităților IDE prin BIOS. Aceasta se datorează modului de adresare CHS (*Cylinder, Head, Sector*) utilizat de unitățile IDE și de interfața BIOS prin întreruperea 13h. Atât interfața ATA/IDE, cât și BIOS-ul permit utilizarea unor discuri de capacități mari, dar limitările lor combinate restrâng capacitatea utilă a discurilor la această valoare. Deoarece sistemul de operare MS-DOS utilizează în continuare rutine BIOS pentru accesul la disc, se consideră în mod eronat că aceasta este o limitare a DOS.

Un BIOS îmbunătățit utilizează *translatarea* pentru rezolvarea acestei probleme, utilizând parametri reali pentru accesul la disc și parametri modificați pentru comunicarea cu sistemul de operare. De exemplu, dacă unitatea are 1500 de cilindri și 16 capete, un BIOS care utilizează translatarea poate determina ca programele să utilizeze 750 de cilindri și 32 de capete.

Există mai multe tipuri de translatări utilizate. Standardul *de facto* este reprezentat de documentul "*INT 13 Extensions*" al *Microsoft/IBM*. Firma *Phoenix*, producătoare importantă de ROM BIOS, a prezentat o extensie a acestui standard în specificația "*Phoenix Enhanced BIOS*". ROM

BIOS-urile *Phoenix*, *AMI* și *Award* sunt bazate pe specificațiile *Microsoft/IBM*. Un alt tip de translatore, care nu utilizează unele facilități importante ale standardelor *Microsoft/IBM* și *Phoenix*, se bazează pe documentul "*Western Digital Enhanced IDE Implementation Guide*". Primele specificații amintite sunt cele mai utilizate, pe lângă translatore ele adăugând noi structuri de date și apeluri ale întreruperii 13h.

Aceste interfețe au rezolvat și problema limitei de două unități care se pot conecta la interfața IDE. A fost adăugat un port *secundar* la cel *primar*, deci un nou canal care utilizează o întrerupere diferită și adrese diferite. Cele mai multe interfețe actuale dispun de ambele porturi pe aceeași placă, și permit conectarea unui al doilea cablu, pentru încă două dispozitive (disc fix, CD-ROM ATAPI sau unitate de bandă ATAPI). Pentru utilizarea discurilor cuplate la al doilea port cu sistemul de operare DOS sau *Windows 3.x*, trebuie să existe un BIOS corespunzător sau un driver. Un BIOS care poate gestiona patru unități se poate recunoaște prin faptul că permite introducerea a patru seturi de parametri în procedura de *Setup*.

8.2.2. Registrele interfeței ATA-2

Comunicația cu dispozitivele se realizează prin registre de I/E. Spre deosebire de interfețele tradiționale, la care numai controlerul selectat recepționează comenzi de la sistem, în cazul standardului ATA-2 conținutul registrelor se transmite ambelor dispozitive și controlerelor încorporate. Sistemul realizează distincția dintre cele două prin bitul DEV din registrul de selecție al dispozitivului. Dacă bitul DEV este 0, este selectată unitatea 0 (*master*), în caz contrar fiind selectată unitatea 1 (*slave*). Dacă există un singur dispozitiv, acesta trebuie configurat ca *master*.

Datele sunt transferate în paralel (pe 16 biți) între memoria sistemului și bufferul dispozitivului sub acțiunea comenzilor transmise în prealabil de la sistem. Datele citite de pe suport sunt memorate în bufferul dispozitivului, urmând a fi transferate sistemului, iar datele transferate din memoria sistemului sunt memorate în bufferul dispozitivului, urmând a fi scrise pe suport. Dacă două dispozitive sunt înlanțuite, comenzile sunt transmise ambelor dispozitive, și, cu excepția comenzii de diagnosticare, numai dispozitivul selectat va executa comanda.

În Tabelul 8.1 se prezintă registrele și adresele acestora pentru canalul primar [11].

Tabelul 8.1. Registrele ATA-2 pentru canalul primar.

Selecție					Adresa	Funcție	
-CS0	-CS1	DA2	DA1	DA0		Citire	Sciere
0	1	0	0	0	1F0h	Citire date (16 biți)	Sciere date (16 biți)
0	1	0	0	1	1F1h	Eroare	Setare caracteristici
0	1	0	1	0	1F2h	Contor sector	Contor sector
0	1	0	1	1	1F3h	Număr sector * Biți 0-7 LBA	Număr sector * Biți 0-7 LBA
0	1	1	0	0	1F4h	Număr cilindru (c.m.p.s.) * Biți 8-15 LBA	Număr cilindru (c.m.p.s.) * Biți 8-15 LBA
0	1	1	0	1	1F5h	Număr cilindru (c.m.s.) * Biți 16-23 LBA	Număr cilindru (c.m.s.) * Biți 16-23 LBA
0	1	1	1	0	1F6-h	Sel. dispozitiv/cap * Biți 24-27 LBA	Sel. dispozitiv/cap * Biți 24-27 LBA
0	1	1	1	1	1F7h	Stare dispozitiv	Comandă dispozitiv
1	0	1	1	0	3F6h	Stare alternativă	Control dispozitiv
1	0	1	1	1	3F7h	** Adresă unitate	-

* Maparea registrelor în modul LBA.

** Acest registru este partajat cu indicatorul de schimbare a discului de la controlerul de disc flexibil. Se recomandă ca dispozitivele să nu răspundă la citirea acestui registru. Dacă un dispozitiv răspunde, nu trebuie să activeze semnalul DD7 pentru a preveni conflictele cu implementările controlerelor de discuri flexibile.

Este posibilă utilizarea unui număr mai mare de asemenea canale. În tabelă se prezintă adresele pentru patru asemenea canale. Dintre acestea, numai primele două se utilizează pe scară largă. Pentru canalul al doilea, întreruperea cea mai utilizată este IRQ15 (Tabelul 8.2).

Tabelul 8.2. Adresele și numerele IRQ ale interfețelor ATA-2.

Nr. interfață	Decodific. CS0	Decodific. CS1	Număr IRQ
1	1F0h - 1F7h	3F6h - 3F7h	14
2	170h - 177h	376h - 377h	15 sau 10
3	1E8h - 1EFh	3EEh - 3EFh	12 sau 11
4	168h - 16Fh	36Eh - 36Fh	10 sau 9

Registrul de control al dispozitivului are următoarea structură:

7	6	5	4	3	2	1	0
X	X	X	X	X	SRST	nIEN	0

- Biții 7-3 sunt rezervați.
- SRST este bitul de resetare software al dispozitivului. Dacă există două dispozitive înlănțuite, prin setarea acestui bit se resetează ambele dispozitive.
- nIEN este bitul de validare a întreruperilor către sistem. Dacă bitul nIEN este 0 și dispozitivul este selectat, semnalul INTRQ trebuie validat printr-un buffer cu trei stări. Dacă bitul nIEN este 1 sau dispozitivul nu este selectat, semnalul INTRQ trebuie să fie în starea de înaltă impedanță.

Registrul de selecție dispozitiv/cap conține informații de adresare a dispozitivului și a sectorului.

7	6	5	4	3	2	1	0
X	L	X	DEV	HS3	HS2	HS1	HS0

- L este bitul de selecție al modului de adresare pentru sectoare. Dacă este 0, adresarea se realizează în modul CHS, iar dacă este 1, adresarea se realizează în modul LBA.
- DEV selectează prin valoarea 0 dispozitivul 0, iar prin valoarea 1 dispozitivul 1.
- Dacă bitul L este 0 (modul de adresare CHS), biții HS3-HS0 conțin adresa capului din cadrul adresei CHS. Dacă bitul L este 1 (modul de adresare LBA), HS3-HS0 conțin biții 27-24 ai adresei LBA.

Registrul de eroare conține starea ultimei comenzi executate de dispozitiv sau un cod de diagnosticare. La terminarea fiecărei comenzi,

cu excepția comenzii *Execute Device Diagnostic*, conținutul acestui registru este valid dacă bitul ERR din registrul de stare este 1.

7	6	5	4	3	2	1	0
X	UNC	MC	IDNF	MCR	ABRT	TK0NF	AMNF

- UNC (*Uncorrectable Data Error*) indică apariția unei erori care nu s-a putut corecta.
- MC (*Media Changed*) este rezervat pentru dispozitivele amovibile și indică sistemului de operare că există un nou suport în unitate. Prima comandă după schimbarea suportului este refuzată, fiind setat bitul MC din registrul de eroare și bitul ERR din registrul de stare.
- IDNF (*ID Not Found*) indică faptul că identificatorul sectorului cerut nu a fost găsit.
- ABRT (*Aborted Command*) indică abandonarea comenzii cerute deoarece codul comenzii este invalid sau a apărut o eroare de dispozitiv.
- MCR (*Media Change Requested*) este rezervat pentru dispozitivele amovibile, și indică detectarea de către dispozitiv a unei cereri de eliminare a suportului. În acest caz, este setat bitul ERR din registrul de stare pentru toate comenzile *Door Lock* ulterioare. Bitul MCR este resetat printr-o comandă *Door Unlock*, o comandă *Media Eject* sau printr-un reset hardware.
- TK0NF (*Track 0 Not Found*) indică faptul că pista 0 nu a fost găsită în timpul unei comenzi *Recalibrate*.
- AMNF (*Address Mark Not Found*) indică faptul că marca de adresă nu a fost găsită după găsirea câmpului de identificare corect.

Registrul pentru setarea caracteristicilor este specific diferitelor comenzi și se poate utiliza pentru a valida și a invalida diferite caracteristici ale interfeței, de exemplu validarea sau invalidarea memoriei cache prin comanda *Set Features*. Poate fi ignorat de unele dispozitive.

Registrul pentru contorul sectorului conține numărul sectoarelor de date care trebuie transferate într-o operație de citire sau scriere între sistem și dispozitiv. Dacă valoarea din acest registru este 0, se specifică un număr de 256 de sectoare.

Pentru comenzile de acces la suport, acest registru este 0 la terminarea comenzii dacă nu au fost erori indicate în registrul de stare. În cazul unor erori, acest registru conține numărul de sectoare care trebuie

transferate în scopul terminării operației. Conținutul acestui registru poate fi redefinit de anumite comenzi, de exemplu de comenzile *Initialize Device Parameters* și *Write Same*.

Registru de stare conține starea curentă a dispozitivului. Dacă bitul BSY este 0, ceilalți biți ai registrului conțin informații valide, în caz contrar ceilalți biți nu conțin informații valide. Dacă acest registru este citit de sistem în timpul unei întreruperi în curs, condiția de întrerupere este ștearsă.

7	6	5	4	3	2	1	0
BSY	DRDY	DF	DSC	DRQ	CORR	IDX	ERR

- BSY (*Busy*) este setat ori de câte ori dispozitivul are controlul asupra registrelor blocului de comandă. Dacă bitul BSY este 1, o scriere într-un registru al blocului de comandă de către sistem va fi ignorată de dispozitiv. Dispozitivul poate modifica starea bitului DRQ numai dacă bitul BSY este setat. Dacă bitul BSY este 0, dispozitivul poate modifica numai biții IDX, DRDY, DF, DSC și CORR din registrul de stare și conținutul registrului de date. Ceilalți biți din registrul de stare și celelalte registre ale blocului de comandă nu trebuie modificate de către dispozitiv.
- DRDY (*Device Ready*) este setat pentru a indica faptul că dispozitivul acceptă comenzi. Dacă starea acestui bit se modifică, dispozitivul nu trebuie să modifice din nou starea acestui bit până la citirea registrului de stare de către sistem.

Dacă DRDY este 0, dispozitivul va accepta și va încerca execuția comenzilor *Execute Device Diagnostic* și *Initialize Device Parameters*. Celelalte comenzi nu vor fi acceptate, fiind setat bitul ABRT din registrul de eroare și bitul ERR din registrul de stare, înaintea resetării bitului BSY pentru a indica terminarea comenzii.

- DF (*Device Fault*) indică detectarea unei erori de dispozitiv.
- DSC (*Device Seek Complete*) indică poziționarea capetelor dispozitivului deasupra unei piste. La apariția unei erori, acest bit nu trebuie modificat de dispozitiv până la citirea registrului de stare de către sistem, după care bitul DSC va indica starea curentă.
- DRQ (*Data Request*) indică faptul că dispozitivul este gata pentru transferul unui cuvânt sau octet de date între sistem și dispozitiv.
- CORR (*Corrected Data*) este utilizat pentru a indica o eroare de date corectabilă. Definiția unei erori corectabile este specifică

producătorului. Această condiție nu determină încheierea unui transfer de date.

- IDX (*Index*) este specific diferiților producători.
- ERR (*Error*) indică apariția unei erori în timpul execuției comenzii precedente. Biții din registrul de eroare conțin informații suplimentare despre cauza erorii.

Registrul alternativ de stare conține aceleași informații ca și registrul de stare. Singura diferență este că citirea acestui registru nu implică achitarea unei întreruperi sau ștergerea condiției de întrerupere.

8.2.3. Adresarea sectoarelor

Adresarea sectoarelor de date înregistrate pe suport se realizează pe baza unui număr logic de sector. Translatarea numerelor logice ale sectoarelor în adresele sectoarelor fizice este specifică pentru un dispozitiv.

Un dispozitiv ATA trebuie să permită cel puțin un mod de translatare logică CHS, numit mod de translatare implicit. Acest mod este utilizat după resetarea dispozitivului. Dispozitivul poate permite și alte moduri de translatare, modul curent fiind selectat de sistem prin comanda *Initialize Drive Parameters*. Modul de translatare implicit este descris în informațiile returnate la comanda *Identify Drive*.

O adresă CHS este formată din trei câmpuri: numărul cilindrului, numărul capului și adresa sectorului. Cilindrii sunt numerotați de la 0 până la valoarea maximă permisă de modul de translatare curent, dar numărul maxim nu poate depăși 65.535. Capetele sunt numerotate de la 0 la valoarea maximă permisă de modul de translatare curent, dar valoarea maximă nu poate depăși 15. Sectoarele sunt numerotate de la 1 la valoarea maximă permisă de modul de translatare curent, dar valoarea maximă nu poate depăși 255.

La selectarea unui mod de translatare CHS prin comanda *Initialize Drive Parameters*, sistemul specifică numărul de sectoare pe o pistă logică și numărul de capete minus 1 pe un cilindru logic. Dispozitivul va calcula apoi numărul de cilindri logici disponibili în modul selectat.

Accesul secvențial la sectoarele logice se realizează prin considerarea numărului de sector ca partea cea mai puțin semnificativă a adresei logice de sector, a numărului capului ca partea mijlocie a adresei și a numărului de cilindru ca partea cea mai semnificativă a adresei logice de sector.

Un dispozitiv care permite adresarea LBA indică acest lucru prin setarea bitului 9 al cuvântului 49 din cadrul informațiilor returnate la comanda *Identify Drive*. Sistemul nu trebuie să utilizeze adresarea LBA dacă dispozitivul nu indică faptul că acest mod este permis. Dacă un dispozitiv permite modul de adresare LBA, trebuie de asemenea să permită următoarele:

- Selecția de către sistem a adresării conform translatării CHS selectate sau a adresării LBA pentru fiecare comandă, utilizând bitul L din registrul de *Selecție Dispozitiv/Cap*.
- Dispozitivul trebuie să permită adresarea LBA pentru toate comenzile de acces la suport, cu excepția comenzii *Format Track*. Implementarea adresării LBA pentru această comandă este specifică pentru diferiți producători.
- Sectoarele logice ale dispozitivului trebuie mapate *liniar*, primul sector adresat prin LBA (sectorul 0) fiind același ca primul sector logic adresat prin CHS (cilindru 0, cap 0, sector 1). Maparea se continuă până la ultimul sector fizic; pentru o unitate de 540 MB, de exemplu, acest sector va avea adresa LBA 1.065.456. Indiferent de modul de translatare CHS curent, adresa LBA a unui sector logic dat nu se modifică. Se poate scrie relația:

$$LBA = ((cilindru * capete_pe_cilindru + cap) * sectoare_pe_pistă) + sector - 1$$

unde *capete_pe_cilindru* și *sectoare_pe_pistă* reprezintă valorile pentru modul de translatare curent.

8.2.4. Moduri de transfer

Specificațiile ATA-2 definesc protocoalele utilizate pentru transferurile de date între sistem și dispozitiv și durata ciclurilor de citire și scriere. Această durată determină rata de transfer. Există 5 moduri de transfer PIO (*Programmed Input/Output*) și 3 moduri de transfer DMA (*Direct Memory Access*).

La interogarea prin comanda *Identify Drive*, controlerul returnează și informații despre modurile PIO și DMA pe care le poate utiliza. Astfel, biții 7-0 ai cuvântului 64 indică modurile PIO avansate care pot fi utilizate. Biții 7-2 sunt rezervați pentru modurile PIO viitoare. Dacă bitul 0 este setat, este permis *modul 3*. Dacă bitul 1 este setat, este permis *modul 4*.

Cuvintele 62 și 63 indică modurile DMA singulare, respectiv multicuvânt, care sunt permise. Octeții c.m.p.s. ai acestor cuvinte identi-

fică bit cu bit toate modurile permise. De exemplu, dacă este permis *modul 0*, bitul 0 este setat. Octeții c.m.s. ai acestor cuvinte conțin un singur bit setat pentru a indica modul care este activ.

8.2.4.1. Moduri de transfer PIO

În modul de transfer PIO cel mai lent, PIO *modul 0*, durata unui ciclu nu poate depăși 600 ns. Într-un singur ciclu se transferă 16 biți (un cuvânt). Deci, într-o secundă se transferă $2/600 \cdot 10^9$ B, rata de transfer teoretică fiind de 3.3 MB/s. Într-un sector există 256 de cuvinte, 1 MB fiind format din 2048 de sectoare. Se prezintă în Tabelul 8.3 modurile PIO, împreună cu ratele lor de transfer.

Tabelul 8.3. Modurile de transfer PIO.

Mod PIO	Durata ciclului (ns)	Rata de transfer (MB/s)	Observații
0	600	3.3	ATA
1	383	5.2	ATA
2	240	8.3	ATA
3	180	11.1	ATA-2, IORDY necesar
4	120	16.6	ATA-2, IORDY necesar

Primele trei moduri sunt prezente și în standardul ATA. Modurile PIO 3 și 4 sunt specifice standardului ATA-2 și utilizează semnalul IORDY pentru controlul transferului. Unitatea poate activa acest semnal pentru a întârzia interfața, dacă este necesar. Fără acest semnal, transferul poate fi incorect în modurile PIO rapide.

Protocolul PIO pentru citire este următorul [11]:

1. Sistemul citește registrul de stare până când bitul BSY devine egal cu 0.
2. Sistemul scrie în registrul de selecție dispozitiv/cap valoarea corespunzătoare pentru bitul DEV.
3. Sistemul citește registrul de stare până când bitul BSY devine 0 și bitul DRDY devine 1.
4. Sistemul scrie parametrii necesari ai comenzii în registrele corespunzătoare.
5. Sistemul scrie codul comenzii în registrul de comandă.

6. Dispozitivul setează bitul BSY și se pregătește pentru execuția comenzii, pregătind pentru transfer primul bloc de date către sistem.
7. Atunci când blocul de date este disponibil, dispozitivul setează bitul DRQ. Dacă există o condiție de eroare, dispozitivul setează biții corespunzători de eroare și de stare. În final, dispozitivul șterge bitul BSY și activează semnalul INTRQ.
8. După ce detectează că bitul BSY este 0 prin citirea registrului alternativ de stare sau după ce primește o întrerupere, sistemul citește și salvează conținutul registrului de stare.
9. Dacă bitul DRQ este setat, sistemul transferă un bloc de date prin citirea registrului de date. Dacă există o condiție de eroare în starea citită la pasul 8, transferul de date poate fi invalid.
10. Ca răspuns la citirea registrului de stare, dispozitivul dezactivează INTRQ. Ca răspuns la citirea întregului bloc de date, se execută una din următoarele operații:
 - Dacă nu a apărut nici o eroare și dacă este necesar transferul unui nou bloc, dispozitivul setează bitul BSY și secvența de sus este repetată de la pasul 7.
 - Dacă a apărut o eroare, dispozitivul șterge bitul DRQ, execuția comenzii fiind terminată.
 - Dacă s-a transferat ultimul bloc, dispozitivul șterge bitul DRQ, execuția comenzii fiind terminată.

8.2.4.2. Moduri de transfer DMA

Transferurile de date care utilizează comenzile DMA (*Read* DMA și *Write* DMA) diferă de transferurile PIO prin două aspecte:

- Transferurile de date se efectuează printr-un canal DMA;
- Se generează o singură întrerupere la terminarea comenzii.

Există două tipuri de transferuri DMA: cele obișnuite și cele de tip *bus mastering*. Cele obișnuite sunt executate de controlerul DMA al sistemului aflat pe placa de bază. Cele de tip *bus mastering* sunt executate de logica interfeței, care preia controlul asupra magistralei și execută transferul. Complexitatea și prețul acestor interfețe va fi însă mai mare.

Controlerul DMA al sistemelor cu magistrală ISA este lent, și nu se poate utiliza în mod eficient pentru discurile moderne. În cazul sistemelor cu magistrală VL Bus, transferul prin DMA poate fi numai de tipul *bus mastering*. Singurele interfețe care pot executa transferuri DMA obișnuite

În mod eficient sunt cele bazate pe magistralele EISA și PCI. Pentru magistrala EISA, transferul DMA de tip 'B' asigură o rată de 4 MB/s, iar pentru magistrala PCI, transferul DMA de tip 'F' asigură o rată cuprinsă între 6 și 8 MB/s.

Modurile de transfer DMA sunt prezentate în Tabelul 8.4.

Tabelul 8.4. Modurile de transfer DMA.

Mod DMA	Durata ciclului (ns)	Rata de transfer (MB/s)	Observații
0	960	2.1	ATA
1	480	4.2	ATA
2	240	8.3	ATA
0	480	4.2	ATA
1	150	13.3	ATA-2
2	120	16.6	ATA-2

Pentru transferurile DMA, nu se generează întreruperi după transferul unui sector în cazul comenzilor multi-sector.

Execuția unei comenzi DMA are loc în următoarele etape [11]:

1. Sistemul citește registrul de stare până când bitul BSY devine egal cu 0.
2. Sistemul scrie în registrul de selecție dispozitiv/cap valoarea corespunzătoare pentru bitul DEV.
3. Sistemul citește registrul de stare până când bitul BSY devine 0 și bitul DRDY devine 1.
4. Sistemul scrie parametrii necesari ai comenzii în registrele corespunzătoare.
5. Sistemul inițializează canalul DMA.
6. Sistemul scrie codul comenzii în registrul de comandă.
7. Dispozitivul setează bitul BSY și se pregătește pentru execuția comenzii.
8. Atunci când dispozitivul este gata pentru transferul datelor, activează semnalul DMARQ. Transferul DMA poate fi împărțit în mai multe transferuri parțiale de către dispozitiv sau de canalul DMA. Pe durata transferului, dispozitivul menține setat bitul BSY sau DRQ. Dacă apare o eroare, dispozitivul setează biții corespunzători din registrul de stare și de eroare.

9. La terminarea transferului, dispozitivul șterge biții BSY și DRQ și activează semnalul INTRQ.
10. Sistemul resetează canalul DMA.

8.2.5. Comenzi ATA-2

În Tabelul 8.5 se prezintă principalele comenzi și registrele care trebuie încărcate cu parametrii comenzii. Semnificația registrelor este următoarea:

- SC - Setare caracteristici
- CS - Contor sector
- NS - Număr sector
- NC - Număr cilindru
- DC - Selecție dispozitiv/cap

Prin x se indică un parametru valid pentru registrul respectiv. Pentru registrul DC, x indică utilizarea atât a parametrului pentru numărul dispozitivului, cât și a celui pentru numărul capului. Prin D se indică faptul că este valid numai parametrul pentru dispozitiv.

Tabelul 8.5. Comenzile ATA-2.

Comandă	Cod	SC	CS	NS	NC	DC
Door Lock	DEh					D
Door Unlock	DFh					D
Execute Device Diagnostic	90h					D
Format Track	50h					D
Identify Drive	ECh					D
Initialize Device Parameters	91h		x			x
Media Eject	EDh					D
Read Buffer	E4h					D
Read DMA (cu reluare)	C8h		x	x	x	x
Read DMA (fără reluare)	C9h		x	x	x	x
Read Long (cu reluare)	22h		x	x	x	x
Read Long (fără reluare)	23h		x	x	x	x
Read Multiple	C4h		x	x	x	x
Read Sector(s) (cu reluare)	20h		x	x	x	x
Read Sectors (fără reluare)	21h		x	x	x	x

Comandă	Cod	SC	CS	NS	NC	DC
Read Verify Sector(s) (cu reluare)	40h		x	x	x	x
Read Verify Sector(s) (fără reluare)	41h		x	x	x	x
Recalibrate	1xh					D
Seek	7xh			x	x	x
Set Features	EFh	x				D
Set Multiple Mode	C6h		x			D
Write Buffer	E8h					D
Write DMA (cu reluare)	CAh		x	x	x	x
Write DMA (fără reluare)	CBh		x	x	x	x
Write Long (cu reluare)	32h		x	x	x	x
Write Long (fără reluare)	33h		x	x	x	x
Write Multiple	C5h		x	x	x	x
Write Same	E9h	x	x	x	x	x
Write Sector(s) (cu reluare)	30h		x	x	x	x
Write Sectors (fără reluare)	31h		x	x	x	x
Write Verify	3Ch		x	x	x	x

La execuția unei operații de I/E cu discul de către sistemul de operare DOS, se utilizează rutinele BIOS ale întreruperii 13h. Rutinele acestei întreruperi transformă codul funcției în comenzi care sunt adresate controlerului de disc. Unele funcții BIOS, ca de exemplu cea care returnează tipul unității de disc (*Get Disk Type*), nu accesează controlerul sau unitatea de disc.

Deși controlerul standard *Western Digital* și controlerele compatibile cu acestea acceptă numai opt comenzi, pot exista variante ale unora din acestea. În cadrul codului comenzii, biții cei mai semnificativi (7-4) conțin comanda propriu-zisă, iar biții mai puțin semnificativi (3-0) specifică diferite opțiuni pentru execuția comenzii. De exemplu, prin setarea bitului 0 se dezactivează opțiunea de repetare automată a operației în caz de eroare. Astfel, controlerul va raporta imediat apariția unei erori, în loc să încerce recuperarea erorii prin repetarea operației. Această facilitate este utilă în cazul formatării fizice a discului sau a testării suprafeței discului, deoarece astfel erorile vor fi raportate imediat, fără încercări automate de corectare a lor.

Pentru erorile care returnează un cod de corecție al erorii (ECC - *Error Correction Code*), controlerul încearcă imediat corecția, în locul

repetării de un număr de ori a operației. Codul ECC este reprezentat de patru octeți aflați după zona de date propriu-zisă a fiecărui sector. Se poate activa opțiunea de citire sau scriere "lungă" prin setarea bitului 1 din codul comenzii. Astfel, operațiile de citire și scriere vor acționa asupra a 516 octeți. Citirea și scrierea "lungă" sunt utile mai ales la testarea circuitelor ECC ale controlerului, care se efectuează prin scrierea intenționată a unor valori incorecte și prin citirea lor, verificând modul în care se efectuează corecția.

În cazul operațiilor de recalibrare (*Recalibrate*) și poziționare (*Seek*), opțiunile sunt utilizate pentru a stabili viteza de deplasare a capetelor între două piste alăturate pentru următoarele comenzi de căutare. Prin adăugarea unor valori cuprinse între 1 și Fh la codul acestor comenzi, se poate modifica viteza prestabilită de deplasare a capetelor între două piste alăturate. Timpul de deplasare între două piste poate fi variat între 3.2 μ s și 6 ms.

În Tabelul 8.6 sunt prezentate funcțiile întreruperii 13h din BIOS și comenzile corespunzătoare pentru controlerul de disc [6].

Tabelul 8.6. *Funcțiile întreruperii întreruperii INT 13h și comenzile pentru controlerul de disc.*

Funcție BIOS	Descriere	Comandă
00h	Inițializare controler și unitate	91h, 10h
01h	Citire stare după ultima operație	-
02h	Citire sectoare	20h
03h	Scriere sectoare	30h
04h	Verificare sectoare	40h
05h	Formatare pistă	50h
08h	Citire parametri unitate de disc	-
09h	Inițializare tabelă de parametri	91h
0Ah	Citire lungă	22h
0Bh	Scriere lungă	32h
0Ch	Poziționare	70h
0Dh	Inițializare unitate de disc	10h
10h	Test unitate pregătită	-
11h	Recalibrare unitate de disc	10h
14h	Diagnosticare controler	80h
15h	Citire tip disc	-

8.2.6. Moduri de translatare utilizate de ROM BIOS

Atât interfața software INT 13h utilizată de BIOS pentru comunicarea cu sistemul de operare, cât și câmpurile CHS (*Cylinder/ Head/ Sector*) din tabela de partiții utilizează:

- 10 biți pentru câmpul rezervat cilindrului, pentru maxim 1024 de cilindri;
- 8 biți pentru câmpul rezervat capului, pentru maxim 256 de capete;
- 6 biți pentru câmpul rezervat sectorului, pentru un număr maxim de 63 de sectoare pe pistă (numerotarea sectoarelor începe de la 1).

Capacitatea maximă accesibilă a discului prin rutina INT 13h tradițională este deci de $1024 \cdot 256 \cdot 63$ sectoare de 512 octeți, adică aproximativ 8 GB. Adresarea utilizată la nivelul interfeței INT 13h se mai numește *adresare CHS logică* (L-CHS).

Discurile IDE au propriile lor limitări. Aceste discuri, indiferent dacă sunt ATA/IDE sau ATA-2/EIDE, utilizează:

- 16 biți pentru câmpul cilindrului, pentru maxim 65.536 de cilindri;
- 4 biți pentru câmpul capului, pentru maxim 16 capete;
- 6 biți pentru câmpul sectorului, pentru maxim 63 de sectoare pe pistă.

Rezultă o capacitate maximă de 128 GB. Adresarea CHS utilizată la nivelul dispozitivelor se mai numește *adresare CHS fizică* (P-CHS). Dacă se combină limitările BIOS cu cele ale discurilor, rezultă un număr maxim de 1024 de cilindri, 16 capete și 63 de sectoare pe pistă, deci o limită de 504 MB. Pentru eliminarea acestui dezavantaj, BIOS-ul extins utilizează translatarea.

Există trei tipuri de translatări care sunt utilizate: *adresarea standard* CHS, *adresarea extinsă* CHS (ECHS), și *adresarea* LBA. Translatarea nu implică automat adresarea LBA.

În cazul *adresării standard* CHS, singura translatare se realizează de către unitatea de disc. Parametrii fizici ai unității nu sunt vizibili din exterior; numărul de cilindri, capete și sectoare care se specifică pentru BIOS nu reprezintă parametrii fizici, ci cei logici. Acești parametri sunt limitați la 16 capete de către unitate și 1024 de cilindri de către BIOS.

În cazul *adresării extinse* CHS (numită '*Large*' de unele BIOS-uri), pentru comunicarea între unitate și BIOS se utilizează parametri logici,

obținuți printr-o primă translatare de către unitate, iar pentru comunicarea între BIOS și sistemul de operare se utilizează parametri translați, obținuți prin a doua translatare efectuată de BIOS. Prin acest procedeu se depășește limitarea de 504 MB, deoarece parametrii nu sunt supuși limitărilor *simultane* ale BIOS-ului și ale unității. Pentru parametrii logici există în continuare limitarea de 16 capete dată de unitate, dar nu există limitarea de 1024 de cilindri. Pentru parametrii translați, situația este inversă.

Prin *adresarea logică* LBA, parametrii fizici sunt translați de unitate în numere de blocuri logice, care sunt apoi translatare de BIOS în parametri logici CHS. Utilizarea unei adrese liniare pentru un sector este mai simplă decât adresarea de tip CHS, dar poate determina o anumită întârziere (redușă) a operațiilor de I/E.

Pentru translatare, dacă numărul cilindrilor depășește 1024, se împarte numărul cilindrului cu o anumită constantă N și se înmulțește numărul capului cu aceeași constantă. BIOS determină valoarea constantei N în timpul procedurii de *Setup*. Ca exemplu, se consideră o unitate de 540 MB, care dispune de 1057 de cilindri, 16 capete și 63 de sectoare pe pistă. Deoarece rutina INT 13h poate utiliza până la 256 de capete, această rutină poate transmite sistemului de operare un număr de 528 de cilindri ($1057/2$) și 32 de capete ($16*2$).

8.3. Desfășurarea lucrării

8.3.1. Se vor indica elementele necesare pentru ca într-un sistem să poată fi utilizată o unitate de disc ATA-2 la o viteză de transfer ridicată, și o unitate CD-ROM ATAPI.

8.3.2. Cum se poate recunoaște dacă BIOS-ul unui calculator este unul extins ?

8.3.3. Se vor indica diferitele tipuri de translatare pe care le pot efectua diferitele tipuri de ROM BIOS.

8.3.4. Se vor scrie ecuațiile care permit conversia unei adrese LBA într-o adresă CHS.

8.3.5. Se vor descrie operațiile efectuate de rutina INT 13h pentru conversia unei adrese L-CHS într-o adresă P-CHS. Se va exemplifica pentru cazul în care prin adresarea L-CHS există 1000 cilindri, 10 capete, 50 sectoare, iar prin adresarea P-CHS există 2000 cilindri, 5 capete, 50 sectoare. Se presupune că se dorește accesarea sectorului cu adresa L-CHS 2,4,3.

8.3.6. Cu ajutorul comenzii "*Identify Drive*" se citesc următoarele caracteristici ale unității de disc:

- Posibilitatea utilizării semnalului IORDY (cuvânt 49, bit 11);
- Posibilitatea adresării LBA (cuvânt 49, bit 9);
- Posibilitatea transferului prin DMA (cuvânt 49, bit 8);
- Posibilitatea transferului pe blocuri, prin comenzile *Read/Write Multiple*. Dacă octetul inferior al cuvântului 47 este 0, aceste comenzi nu sunt implementate, iar dacă este diferit de 0, indică numărul maxim de sectoare care pot fi transferate pe o întrerupere. Se verifică dacă transferul pe blocuri este validat (cuvânt 59, bit 8) și setarea curentă a numărului de sectoare transferate pe întrerupere (cuvânt 59, octet inferior).
- Posibilitatea utilizării modurilor PIO avansate. Dacă bitul 0 al cuvântului 64 este setat, unitatea poate utiliza modul PIO 3. Dacă bitul 1 al acestui cuvânt este setat, unitatea poate utiliza modul PIO 4.
- Durata ciclului (în ns) pentru transferuri PIO fără utilizarea semnalului IORDY (cuvânt 67) și cu utilizarea semnalului IORDY (cuvânt 68).