

12. DISCURI COMPACT. INTERFAȚA ATAPI

12.1. Scopul lucrării

În lucrare se prezintă structura discurilor compact audio și CD-ROM, formatele de înregistrare pentru acestea, modul de reprezentare a datelor pe suport, și se trec în revistă discurile CD-ROM XA și *Photo CD*. Se prezintă principiile interfeței ATAPI, utilizarea registrelor, protocolul utilizat, modul de execuție al comenzilor, lista comenzilor, și se prezintă în detaliu unele comenzi. Se prezintă de asemenea utilizarea programului *MSCDEX* pentru unitățile CD-ROM.

12.2. Considerații teoretice

12.2.1. Structura discurilor compact audio (CD-DA)

Datele sunt înregistrate sub formă numerică, pe o singură spirală, începând de la centrul discului. La înregistrare, semnalul sonor analogic este eșantionat cu o frecvență de 44.1 kHz, fiind utilizată modulația în impulsuri (PCM - *Pulse Code Modulation*). Fiecare eșantion se reprezintă pe 16 biți. Eșantioanele sunt grupate în *cadre* de câte 291 de biți, cu structura din Figura 12.1.

Sincroniz.	Control	Eșantioane (L)	Cor. erori	Eșantioane (R)	Cor. erori
27 biți	1 octet	6 x 16 biți	4 octeți	6 x 16 biți	4 octeți

Figura 12.1. Structura unui cadru al discurilor CD-DA.

Un cadru conține:

- un antet de sincronizare (27 biți);
- un octet de control (8 biți);
- de două ori câte 6 eșantioane de 16 biți, pentru cele două canale stereo (L, R);

- de două ori câte 4 octeți pentru detecția și corecția erorilor (EDC/ECC - *Error Detection Code/Error Correction Code*).

Un număr de 98 de cadre formează un *sector*, deci un sector conține 98 octeți de control, $24 \times 98 = 2352$ octeți reprezentând eşantioane și 784 octeți pentru detecția și corecția erorilor. La redare, un cadru are durata de aproximativ $136.05 \mu\text{s}$, iar un sector are durata de $1/75 \text{ s}$ (13.33 ms).

Fiecare bit din octeții de control este identificat printr-o literă: *P*, *Q*, *R*, *S*, *T*, *U*, *V* și *W*. Biții care au același număr de ordine în cadrul octeților de control (și deci cărora le corespunde aceeași literă) formează un *subcanal*. Astfel, toți biții care ocupă prima poziție în cei 98 octeți de control formează *subcanalul P*. Biții acestui subcanal sunt utilizați separat și indică tipul datelor din fiecare sector. Biții din a doua poziție formează *subcanalul Q*. Pentru un sector, biții subcanalului *Q* sunt organizați într-un bloc de informații (2.3). Ultimii 6 biți sunt reuniți în *subcanalul R-W*.

Fiecare piesă poate fi considerată o *pistă*, având un număr de identificare (între 1 și 99). Deoarece se utilizează formatul CLV (*Constant Linear Velocity*), viteza de rotație a discului este variabilă, fiind invers proporțională cu raza. La începutul spiralei, deci spre centrul discului, viteza de rotație este de 535 rotații/minut. Pe măsura îndepărtării capului de citire de centrul discului, viteza de rotație scade treptat, ajungând la 200 de rotații/minut la exteriorul discului. Viteza liniară este constantă de-a lungul întregii spirale, fiind de 1.25 m/s .

12.2.2. Structura unui sector al discurilor CD-ROM

Tehnologia de bază utilizată la discurile CD-ROM este aceeași ca la discurile CD-DA. Fiecare sector trebuie să fie însă accesat direct, în acest scop fiind prevăzut câte un antet pentru fiecare sector, iar datele trebuie să aibă un grad de integritate mai ridicat, motiv pentru care este alocat un număr mai mare de octeți EDC/ECC. Formatul discurilor CD-ROM a fost specificat inițial în documentul numit "*Yellow Book*", care precizează modul de înregistrare fizică pe suport. Organizarea logică a sectoarelor în blocuri și fișiere a fost definită mai întâi de standardul "*High Sierra*", care a fost adoptat apoi de *ISO*, cu unele modificări, ca standardul *ISO 9660*.

Pentru accesul direct la fiecare sector, se utilizează *octeți de sincronizare* și un *antet* care conține adresa sectorului [12]. Cei 12 octeți de sincronizare au valori predefinite: primul și ultimul octet au valoarea 0, iar cei 10 octeți din mijloc au valoarea FFh. Această secvență permite unității

de disc să identifice începutul unui nou sector. În structura unui sector, după octeții de sincronizare urmează 4 octeți de antet (Figura 12.2). Primii trei octeți conțin adresa sectorului, iar ultimul reprezintă un octet de mod și indică tipul datelor din sector. Urmează 2048 de octeți de date.

Sincroniz.	Antet	Date	EDC	0	ECC
12 octeți	4 octeți	2048 octeți	4 octeți	8 octeți	276 octeți

Figura 12.2. Structura unui sector al discurilor CD-ROM.

Rata de eroare de 10^{-9} asigurată de metoda CIRC (*Cross Interleaved Reed-Solomon Code*) utilizată la discurile CD-DA nu este satisfăcătoare la discurile care conțin date. Pentru îmbunătățirea acestei rate, s-a introdus un al doilea nivel pentru corecția erorilor, fiind alocați încă 280 de octeți, 4 octeți pentru detecția erorilor (EDC), și 276 octeți pentru corecția erorilor (ECC). Între cele două câmpuri EDC și ECC există 8 octeți cu valoarea 0. Procedura de corecție se numește L-EC (*Layered Error Correction*), și asigură o rată de eroare de 10^{-12} .

Sectorul discului CD-ROM standard, având structura din Figura 12.2, conține 2352 de octeți ($12 + 4 + 2048 + 280 + 8 = 2352$). Această structură corespunde discurilor înregistrate în *Modul 1*. Pe același disc pot exista atât date, cât și sunete, imagini video etc. Pentru ultimele tipuri de informații, de obicei nu trebuie să se asigure o integritate ridicată a acestora. Acestea sunt discuri cu structura mixtă, care se conformează standardului *ISO/IEC 10149*. În asemenea cazuri, se poate utiliza un alt mod de înregistrare, numit *Modul 2*, în care octeții suplimentari EDC/ECC folosiți în *Modul 1* sunt alocați datelor utilizatorului. Un sector are în acest caz $2048 + 288 = 2336$ octeți de date. Structura unui sector în *Modul 2* este prezentată în Figura 12.3.

Sincroniz.	Antet	Date
12 octeți	4 octeți	2336 octeți

Figura 12.3. Structura unui sector al discurilor CD-ROM în *Modul 2*.

Rata de transfer este de 150 KB/s în *Modul 1* ($2 \text{ KB/sector} \times 75 \text{ sectoare/s}$) și de 171 KB/s în *Modul 2*. Există unități de discuri cu rate de transfer de 2, 4, 6, ... 24 ori mai mari decât cele definite în standard.

O *pistă* poate fi considerată ca o partiție a spațiului de adresare a discului. Un disc CD-ROM poate conține între 1 și 99 de piste, numerotate consecutiv. Pistele au o lungime minimă de 300 sectoare. Toate sectoa-

rele unei piste trebuie să fie de același tip (să conțină fie date, fie informații audio), și trebuie să fie înregistrate în același mod. Fiecare schimbare a tipului de informații de pe disc necesită o trecere la o altă pistă. Un disc care conține atât date, cât și informații audio, va avea cel puțin două piste, una pentru date și una pentru audio.

Între pistele înregistrate cu tipuri diferite de informații trebuie să existe *zone de tranziție*. În plus, pot exista zone de tranziție la începutul și la sfârșitul oricărei piste. Zonele de tranziție conțin valori nule și conținutul lor nu poate fi citit. Pentru pistele audio zonele de tranziție se numesc *zone de pauză*. Pentru pistele de date zonele de tranziție se numesc *zone Pre-Gap* și *Post-Gap*. Standardele *IEC 908* și *ISO/IEC 10149* specifică duratele minime ale acestor zone. Nu sunt specificate duratele maxime. Zonele de tranziție sunt formatate și adresa logică a sectoarelor continuă să se incrementeze pe parcursul acestor zone.

Un disc CD-ROM este format din trei zone: zona *Lead-In*, care ocupă primii 4 mm de la centrul discului; zona de date; zona *Lead-Out*, care ocupă ultimul mm al discului. Zona *Lead-In* a discului este identificată ca pista 0, dar nu este adresabilă prin setul de comenzi CD-ROM. Subcanalul Q al acestei zone conține tabela de conținut TOC (*Table Of Contents*) a discului. Zona *Lead-Out* este identificată ca pista AAh, dar nu este adresabilă prin setul de comenzi CD-ROM.

Tabela de conținut indică adresa absolută a primului sector de informații din fiecare pistă. Această tabelă păstrează de asemenea informații de control pentru fiecare pistă (date/audio, metoda de codificare audio etc). Tabela de conținut nu păstrează însă informații despre diferitele moduri ale pistelor de date (de exemplu *Modul 1* sau *Modul 2*).

Adresa absolută a unui sector este codificată sub forma MSF (*Minute, Second, Frame*), și indică timpul față de începutul discului în minute, secunde și cadre. Adresa este împărțită în trei câmpuri, și fiecare câmp conține două cifre în cod BCD. Câmpul M conține partea c.m.s. a adresei fizice (minutele), având valori între 00 și 99. Câmpul S conține secunde, și are valori între 00 și 59. Câmpul F conține partea c.m.p.s. a adresei (numărul de cadre), având valori între 00 și 74.

Adresarea logică a informațiilor de pe discul CD-ROM poate utiliza orice dimensiune a blocului logic. Dimensiunea blocului logic este de obicei un divizor exact sau un multiplu întreg al numărului de octeți dintr-un sector. La discurile care conțin date și la cele mixte (date și audio), adresa logică 0 se asignează blocului cu adresa MSF 00/02/00. La discurile audio, adresa logică 0 se asignează blocului de început al pistei 1. Se poate utiliza adresa de început a pistei 1 din tabela de conținut, sau se poate asigna adresa logică 0 blocului cu adresa MSF 00/02/00.

Un *index* este o partiție a unei piste. Zonele *Pre-Gap* sunt codificate cu o valoare a indexului egală cu 00. Primul sector de informații a unui sector are un index egal cu 01. Sunt permise valori consecutive până la 99. Informațiile de index nu sunt memorate în tabela de conținut. Indexul este codificat în subcanalul Q. Nu toate sectoarele au informații de index (cerința este ca 9 din 10 sectoare să aibă codificată o valoare de index). Pentru un sector fără o valoare de index se presupune aceeași valoare cu cea a sectorului precedent.

12.2.3. Structura subcanalului Q

Blocul de informații al subcanalului Q constă din 98 de biți, câte un bit din fiecare cadru al sectorului. Structura acestui bloc este prezentată în Tabelul 12.1.

Tabelul 12.1. Blocul de informații al subcanalului Q.

Câmp	Semnificație
S0, S1	2 biți de sincronizare al subcanalului
CONTROL	4 biți pentru definirea tipului informațiilor din pista curentă
ADR	4 biți pentru definirea formatului utilizat de câmpul DATA-Q
DATA-Q	72 biți de date
CRC	16 biți pentru codul CRC al câmpurilor CONTROL, ADR și DATA-Q

Există trei formate posibile pentru câmpul DATA-Q.

12.2.3.1. Formatul 1

Primul format trebuie să fie prezent în cel puțin 9 din 10 sectoare consecutive. Sunt posibile două structuri diferite ale acestui format. Pentru zona *Lead-In* structura câmpului DATA-Q este cea din Figura 12.4.

ADR	DATA-Q								
0001	TNO	POINT	MIN	SEC	FRAME	ZERO	PMIN	PSEC	PFRAME

Figura 12.4. Formatul 1 al câmpului DATA-Q pentru zona *Lead-In*.

Pentru celelalte piste (date, audio și zona *Lead-Out*) structura este cea din Figura 12.5.

ADR	DATA-Q								
0001	TNO	INDEX	MIN	SEC	FRAME	ZERO	AMIN	ASEC	AFRAME

Figura 12.5. Formatul 1 al câmpului DATA-Q pentru pistele de date, audio și zona *Lead-Out*.

TNO reprezintă numărul pistei și se exprimă prin două cifre BCD.

INDEX reprezintă subdiviziunea în pista TNO. Valoarea 00 indică o zonă de pauză sau *Pre-Gap*. În zona *Lead-Out* valoarea indexului este 01. Într-o pistă audio, prima valoare a indexului este 01, și această valoare se poate incrementa numai cu 1. Într-o pistă de date indexul trebuie să aibă valoarea 01.

Câmpul ZERO conține valoarea 00.

Câmpurile MIN, SEC, FRAME conțin timpul relativ la începutul pistei, fiecare sub forma a două cifre BCD (deci adresa relativă a sectorului față de începutul pistei, codificată sub forma MSF). În zonele de pauză și *Pre-Gap* adresele logice sunt negative și descresc în valoare absolută, ajungând la valoarea 0 la sfârșitul zonei respective. În celelalte zone, inclusiv în zonele *Lead-In* și *Lead-Out*, adresele cresc.

Câmpurile AMIN, ASEC, AFRAME conțin adresa absolută a sectorului, sub forma MSF.

Câmpurile POINT, PMIN, PSEC și PFRAME conțin tabela de conținut pe durata zonei *Lead-In* (TNO = 0). Această tabelă de conținut este repetată în mod continuu în zona *Lead-In*. În fiecare tabelă de conținut, câmpurile individuale sunt repetate de trei ori.

Valoarea dată de PMIN, PSEC și PFRAME reprezintă punctul de început al pistei indicate de POINT, ca o valoare absolută pe scala timpului, cu o precizie de \pm o secundă. Poziția de început a unei piste este prima poziție cu noua valoare a pistei și indexul diferit de 00.

- Dacă POINT = A0h, PMIN indică numărul pistei pentru prima piesă audio de pe disc, PSEC și PFRAME fiind 0.
- Dacă POINT = A1h, PMIN indică numărul ultimei piste de pe disc, PSEC și PFRAME fiind 0.
- Dacă POINT = A2h, PMIN, PSEC și PFRAME conțin punctul de început al zonei *Lead-Out*.

12.2.3.2. Formatul 2

Al doilea format pentru câmpul DATA-Q este opțional, având structura din Figura 12.6.

ADR	DATA-Q														
0010	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	ZERO	AFRAME

Figura 12.6. Formatul 2 al câmpului DATA-Q.

N1 - N13 reprezintă numărul de catalog al discului exprimat prin 13 cifre BCD. Numărul de catalog nu se modifică pe un disc. Dacă nu s-a codificat nici un număr de catalog, N1 - N13 conțin cifre de 0.

Câmpul ZERO conține 12 biți de 0.

AFRAME are aceeași semnificație ca și la primul format (două cifre BCD între 00 și 74). În zona *Lead-In* (TNO = 00), cei 8 biți sunt 0.

12.2.3.3. Formatul 3

Acest format pentru câmpul DATA-Q este de asemenea opțional. Se utilizează pentru a asigura un număr unic unei piste audio, prin codul ISCR (*International Standard Recording Code*). Codul ISCR înregistrat pe suport este definit în Figura 12.7. În zonele *Lead-In* și *Lead-Out*, acest format nu este prezent pe disc. Codul ISCR se modifică imediat ce s-a modificat numărul pistei (TNO).

ADR																
0011	I1	I2	I3	I4	I5	0	0	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	ZERO	AFRAME

Figura 12.7. Formatul 3 al câmpului DATA-Q (codul ISCR).

I1 - I12 definește codul ISRC. Codul țării este dat în câmpurile I1 și I2, codul proprietarului în câmpurile I3 - I5, iar anul înregistrării în câmpurile I6 - I7. Numărul de serie al înregistrării este conținut în câmpurile I8 - I12. Fiecare caracter din câmpurile I1 - I5 este reprezentat după o codificare pe 6 biți. Caracterele I6 - I12 sunt codificate în BCD.

Câmpul ZERO conține 4 biți de 0.

Câmpul AFRAME are aceeași semnificație ca și la formatele 1 și 2.

12.2.4. Alte tipuri de discuri compact

12.2.4.1. CD-ROM XA (Extended Architecture)

Formatul CD-ROM XA specifică modul de înregistrare pe disc atunci când datele care urmează după un identificator reprezintă text, sunet sau imagini grafice. Grafica poate include imagini standard, animație sau secvențe video. Aceste blocuri pot fi întreșesute între ele. De exemplu, pe o pistă poate fi înregistrat un cadru video, urmat de un segment audio care va însoți imaginea video. Unitatea citește datele audio și video în mod secvențial, le memorează, blocurile citite fiind apoi sincronizate pentru a fi redare simultan.

În cadrul formatului XA pot exista două moduri de înregistrare, *Modul 1* și *Modul 2*. În *Modul 1* se utilizează un cod corector de erori, iar în *Modul 2* nu se utilizează acest cod. În cadrul unei piste înregistrate în *Modul 2* pot exista alternativ două forme, *Forma 1* și *Forma 2*, rezultatul fiind întreșeserea. Aceste piste întreșesute pot folosi la rândul lor propriile coduri corectoare de erori și pot conține orice tip de date.

12.2.4.2. Photo CD

Aceste discuri au apărut în 1992, fiind produse de firma *Kodak*. Permit vizionarea la televizor a propriilor fotografii înregistrate pe compact discuri, cu ajutorul unei unități *Photo CD*. O asemenea unitate poate citi atât discuri compact audio, cât și discuri *Photo CD*. La introducerea unui disc, unitatea citește prima pistă și determină tipul discului. Unitatea poate determina dacă pe disc există una sau mai multe *sesiuni* de fotografii.

În cazul formatelor *ISO 9660* și *High Sierra*, datele sunt înregistrate într-o singură sesiune, și nu este posibilă revenirea și adăugarea de noi înregistrări. Formatul *Photo CD* (ca și formatele XA și CD-I) permite mai multe sesiuni de înregistrare, și permite citirea sesiunilor multiple cu ajutorul unei unități de tip *Photo CD*. Condiția este ca unitatea să poată găsi toate tabelele cu conținutul volumului, care sunt adăugate la fiecare sesiune.

Atunci când firma *Kodak* a lansat pe piață discul *Photo CD*, a menționat faptul că pentru utilizarea acestuia este necesară o unitate capabilă să citească formatul XA [6]. Au fost prezentate specificațiile acestui format. Totuși, în 1992, *Kodak* a testat unități CD-ROM care nu corespundeau specificațiilor XA cu programele elaborate pentru această aplicație și le-a atestat ca unități *Photo CD* pentru o singură sesiune. Ca urmare, multe din unitățile aflate pe piață pot citi discurile *Photo CD* care conțin o

singură sesiune de fotografii. În cazul discurilor cu mai multe sesiuni, aceste unități recunosc doar prima sesiune și ignoră datele celorlalte sesiuni.

12.2.5. Reprezentarea informațiilor pe suport

Datele sunt reprezentate pe suport prin mici *cavități* de mărimi variabile, plasate între spații plate, numite *suprafețe*. Fiecare bit de informație necesită o lungime de 300 nm pe pista spiralată. Cavitățile și suprafețele nu reprezintă cifrele binare 0 și 1. Motivul pentru care nu s-a ales o astfel de reprezentare este de natură tehnologică. Dacă, de exemplu, pe o porțiune există un șir lung de biți cu valoarea 0 (sau 1), unitatea de citire ar trebui să dispună de un ceas extrem de precis, care să se declanșeze exact la intervalul corespunzător parcurgerii celor 300 nm, pentru ca bitul următor să fie citit corect. Acest lucru nu este posibil în stadiul actual al tehnologiei.

Din acest motiv, s-a limitat lungimea cavităților și a suprafețelor. Prin această limitare, trecerea de la o stare la alta se va realiza suficient de frecvent pentru ca precizia ceasului să fie suficientă. Ceasul se utilizează la numărarea biților reprezentați într-o cavitate sau pe o suprafață, în funcție de lungimea ocupată.

Biții sunt înregistrați pe suport după metoda RLL (*Run Length Limited*), metodă utilizată și la discurile fixe. Fiecare tranziție de la o cavitate la o suprafață (sau invers) corespunde cifrei binare 1, și fiecare lipsă de tranziție corespunde cifrei binare 0. Atât cavitățile cât și suprafețele conțin deci cifre de 0. Lungimea minimă a acestora este de 3 biți, iar lungimea maximă este de 11 biți. De aici rezultă că:

- Nu se pot înregistra doi biți succesivi cu valoarea 1;
- Între doi biți cu valoarea 1 se vor găsi cel puțin 2 și cel mult 10 biți cu valoarea 0.

Deoarece aceste restricții nu pot fi respectate pentru un octet oarecare (nu se pot reprezenta toate combinațiile posibile), se utilizează o codificare prin care un octet este reprezentat pe 14 biți. Un cod cu lungimea de 14 biți permite 16.384 de combinații posibile. Metoda se numește *modulare 8 la 14* (*Eight to Fourteen Modulation* - EFM). Se utilizează o tabelă pentru a realiza corespondența între cele 256 de combinații valide pentru un octet și secvențele de 14 biți. Pentru valorile zecimale, această corespondență este prezentată în Tabelul 12.2.

Tabelul 12.2. Tabelul de corespondență pentru modularea EFM.

Zecimal	8 biți	14 biți
0	0000 0000	01 0010 0010 0000
1	0000 0001	10 0001 0000 0000
2	0000 0010	10 0100 0010 0000
3	0000 0011	10 0010 0010 0000
4	0000 0100	01 0001 0000 0000
5	0000 0101	00 0001 0001 0000
6	0000 0110	00 0100 0010 0000
7	0000 0111	00 1001 0000 0000
8	0000 1000	01 0010 0100 0000
9	0000 1001	10 0000 0100 0000
10	0000 1010	10 0100 0100 0000

Pentru ca între două secvențe de cod EFM alăturate să nu existe doi biți de 1 succesivi, după fiecare secvență de 14 biți sunt inserați 3 biți suplimentari, care nu sunt luați în considerare la prelucrarea datelor. Pentru reprezentarea unui octet sunt necesari deci 17 biți.

Cu excepția biților de sincronizare, toate celelalte câmpuri dintr-un cadru sunt codificate după metoda EFM. Un cadru va fi reprezentat pe suport astfel:

- Biți de sincronizare (27 biți);
- Un octet de control ($14 + 3 = 17$ biți);
- 24 de octeți de date ($24 \times (14 + 3) = 408$ biți);
- 8 octeți pentru corecția erorilor ($8 \times (14 + 3) = 136$ biți).

În total, pentru reprezentarea celor 24 octeți de date dintr-un cadru se utilizează 588 biți.

12.2.6. Prezentare generală a interfeței ATAPI

Scopul realizării interfeței ATAPI (*ATA Packet Interface*) este de a se pune la dispoziție o interfață mai extensibilă și mai generală decât interfața ATA. Dispozitivele ATAPI trebuie să permită toate protocoalele specificate de ATA, ca și modurile de operare *Master* și *Slave*. Aceste dispozitive vor utiliza aceleași semnale care sunt specificate în standardul ATA [12].

Deși pentru conectarea unei unități CD-ROM prin interfața ATAPI se utilizează același hardware, interfața logică diferă într-o oarecare măsură și are posibilități suplimentare. Unitățile de discuri conectate prin interfața ATA utilizează pentru comunicația cu calculatorul opt registre, care conțin comanda și toți parametrii necesari pentru o operație. Aceste registre nu sunt însă suficiente pentru transmiterea tuturor informațiilor necesare controlului altor tipuri de periferice. Pentru a elimina acest dezavantaj, comenzile pentru dispozitivele ATAPI sunt transmise sub forma unei structuri numite *pachet de comenzi (Command Packet)*, în plus față de utilizarea protocolului ATA obișnuit. Aceste comenzi completează comenzile ATA existente.

A fost adăugată o nouă comandă (*ATAPI Packet Command*), care permite transmiterea unui pachet la un dispozitiv. Pachetul este transmis prin scrieri repetate în registrul de date. Această tehnică reduce numărul adreselor necesare pentru registre. Deși toate comenzile pentru unitățile CD-ROM pot fi transmise în acest mod, aceste unități trebuie să accepte și unele din comenzile ATA existente, ca și întregul protocol de comenzi ATA, pentru ca modificările driverelor existente să fie minime. Acest set minimal de comenzi ATA este mai redus decât cel minimal definit de ATA, dar este suficient pentru operarea normală.

Pe de altă parte, unitățile CD-ROM ATAPI nu vor răspunde la comenzile *IDENTIFY DRIVE* sau *READ* ale ATA, ceea ce permite ca BIOS-ul și unele drivere mai vechi să nu recunoască existența unității CD-ROM și să nu confunde datele acestei unități cu cele ale discurilor fixe. Comenzile nerecunoscute nu vor fi executate, generându-se o întrerupere pentru a indica terminarea comenzii respective cu o stare de eroare (*ABORTED*).

Pentru identificarea unui dispozitiv ATAPI s-a prevăzut comanda *ATAPI IDENTIFY DRIVE* (nu este aceeași cu comanda ATA), informațiile returnate de această comandă fiind utilizate de driverele de nivel inferior pentru configurarea hardware a interfeței ATA. Aceste informații au aceeași structură cu cele ale comenzii *IDENTIFY DRIVE* a standardului ATA, din motive de compatibilitate. Deoarece informațiile returnate la comanda *INQUIRY* nu pot fi returnate de comanda *IDENTIFY DRIVE* din ATAPI, comanda *INQUIRY* este recunoscută de ATAPI pentru a fi utilizată de driverele de nivel mai înalt.

Deși interfața ATAPI utilizează structuri ale pachetelor care sunt preluate din standardul SCSI, cele mai multe facilități ale SCSI nu sunt utilizate. Diferențele principale față de standardul SCSI sunt următoarele [12]:

- Dispozitivul ATAPI are rol de "slave" în timpul unei operații, spre deosebire de rolul de "master" al unui periferic SCSI.

- Nu există *faze* de funcționare și nu sunt transmise *mesaje*.
- Nu sunt posibile operațiile de *deconectare* / *reconectare*.
- Comenzile nu pot fi înălțuite.
- Nu există o coadă de comenzi.
- Pachetele de comenzi au o lungime de 12 octeți, spre deosebire de SCSI unde lungimea poate fi de 6, 8, 10 sau 12 octeți. Sunt definite și pachete de 16 octeți pentru compatibilitate cu dispozitivele viitoare. Dimensiunea pachetelor acceptate de un dispozitiv este definită în cuvântul 0 al informațiilor returnate la comanda *IDENTIFY DRIVE* (a interfeței ATAPI).
- Nu se utilizează starea prevăzută de standardul SCSI pentru evenimente neprevăzute (*Allegiance*).

Comanda ATA *INITIALIZE DEVICE PARAMETERS* nu asigură transmiterea informațiilor de configurare pentru dispozitivele non-ATA, și nu este utilizată. Sunt utilizate comenzile *MODE SELECT* și *MODE SENSE* din standardul SCSI. Combinația comenzilor *MODE SELECT* și *SET FEATURES* asigură realizarea funcțiilor necesare și este compatibilă cu cele mai multe BIOS-uri existente și drivere ale sistemelor de operare.

12.2.7. Registrele interfeței ATAPI

Comunicația cu dispozitivele periferice se realizează prin registrele de I/E selectate de sistem prin semnalele -CS0, -CS1, DA2, DA1, DA0, -IOR și -IOW. Cu excepția registrului de date, toate registrele ATAPI sunt accesate prin operații de citire și scriere pe 8 biți. Registrul de date este accesat întotdeauna ca un cuvânt de 16 biți.

Se prezintă în Tabelul 12.3 funcțiile registrelor și adresele lor pentru canalul primar. Pentru canalul secundar, adresele sunt 170h-177h și 376h-377h.

Tabelul 12.3. Registrele canalului primar al interfeței ATAPI.

Selecție					Adresa	Funcție	
-CS0	-CS1	DA2	DA1	DA0		Citire (-IOR)	Scriere (-IOW)
Registre bloc de comandă							
0	1	0	0	0	1F0h	Date (16 biți)	
0	1	0	0	1	1F1h	Eroare	Caracteristici
0	1	0	1	0	1F2h	Identificare întrerupere	Neutilizat
0	1	0	1	1	1F3h	Rezervat	
0	1	1	0	0	1F4h	Contor de octeți (biți 7-0)	
0	1	1	0	1	1F5h	Contor de octeți (biți 15-8)	
0	1	1	1	0	1F6h	Selecție unitate	
0	1	1	1	1	1F7h	Stare ATAPI	Comandă ATA
Registre bloc de control							
1	0	1	1	0	3F6h	Stare alternativă ATAPI	Control dispozitiv
1	0	1	1	1	3F7h	Neutilizat	Neutilizat

Registrul de stare (Registrul de stare ATA)

7	6	5	4	3	2	1	0
BSY	DRDY	DMA READY sau DF	SERVICE sau DSC	DRQ	CORR	Rezerv.	CHECK

DRDY, DSC, CORR și CHECK sunt valide numai la terminarea unei comenzi.

- BSY (*Busy*). Este setat ori de câte ori dispozitivul are acces la registrele 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.
- DRDY (*Device Ready*). Indică faptul că dispozitivul este capabil să răspundă la o comandă ATA.
- DMA READY / DF. Indică faptul că dispozitivul este gata pentru a lansa un transfer de date prin DMA. Acest bit este rezervat pentru posibilități mai avansate în viitor de execuție suprapusă a comenzilor. Dacă operația DMA suprapusă nu este validată, acest bit este utilizat ca indicator de eroare a unității DF (*Drive Fault*).

- SERVICE / DSC. Acest bit indică solicitarea de către dispozitiv a unui serviciu sau a unei întreruperi. Este setat la solicitarea întreruperii și nu este resetat până la transmiterea comenzii SERVICE (A2h). Dacă funcția de execuție suprapusă a comenzilor nu este validată, acest bit este utilizat pentru funcția DSC (*Device Seek Complete*), indicând poziționarea capului de citire deasupra unei piste.
- DRQ (*Data Request*). Indică faptul că dispozitivul este gata pentru transferul unui cuvânt sau octet de date între calculator și unitate. Informațiile din registrul de identificare a întreruperii sunt valide în timpul unei comenzi atunci când bitul DRQ este setat.
- CORR (*Correctable Error*). Indică apariția unei erori corectabile.
- CHECK (*Check Condition*). Indică apariția unei erori în timpul execuției comenzii precedente. Biții din registrul de eroare conțin codul erorii.

Registrul de eroare (Registrul de eroare ATA)

7	6	5	4	3	2	1	0
Cod de eroare				MCR	ABRT	EOM	ILI

- *Codul de eroare (Sense Key)* indică natura erorii apărute.
- MCR (*Media Change Requested*). Are aceeași semnificație ca și la standardul ATA, și indică detectarea de către dispozitiv a unei cereri de eliminare a suportului. În acest caz, este setat bitul de eroare CHECK din registrul de stare pentru toate comenzile *DOOR LOCK* ulterioare. Calculatorul va transmite apoi o comandă *ACKNOWLEDGE MEDIA CHANGE* pentru a indica faptul că va executa secvența *Unlock / Eject*. Bitul MCR este resetat printr-o comandă *DOOR UNLOCK*, o comandă *MEDIA EJECT* sau printr-un reset hardware.
- ABRT (*Aborted Command*). Are semnificația definită în standardul ATA, indicând abandonarea comenzii cerute deoarece codul comenzii este invalid sau a apărut o eroare de dispozitiv.
- EOM (*End Of Media*). S-a detectat sfârșitul suportului.
- ILI (*Illegal Length Indication*). Indică o lungime incorectă.

Registrul de caracteristici (Registrul de setare caracteristici ATA)

7	6	5	4	3	2	1	0
Rezervat						OVER- LAP	DMA

- DMA (Opțional). Indică faptul că toate datele vor fi transferate în modul DMA. Pachetul de comenzi este transferat în modul PIO.
- OVERLAP (Opțional). Dispozitivul poate elibera magistrala ATA înaintea terminării comenzii. Eliberarea magistralei rămâne la discreția dispozitivului.

Registrul contor de octeți (Registru număr cilindru ATA)

7	6	5	4	3	2	1	0
Contor de octeți (biți 7-0)							
Contor de octeți (biți 15-8)							

Contorul de octeți este utilizat numai pentru transferurile în modul PIO. Contorul trebuie setat înaintea transmiterii comenzii *PACKET*. Contorul indică dimensiunea totală a transferului pentru comenzile care transferă un singur bloc de date (de exemplu, *MODE SELECT*, *INQUIRY*). Pentru comenzile care necesită întreruperi DRQ multiple (de exemplu, *READ*), contorul este setat la dimensiunea dorită. Dispozitivul ATAPI va seta contorul de octeți la numărul de octeți de date pe care calculatorul trebuie să le transfere, iar apoi va genera întreruperea DRQ. Conținutul acestui registru nu trebuie modificat până când nu s-a transferat primul cuvânt. După începerea transferului, conținutul poate fi modificat pentru următorul transfer.

Registrul de identificare întrerupere (Registru număr sector ATA)

7	6	5	4	3	2	1	0
Rezervat					RELEASE	IO	CoD

- CoD (*Command or Data*). Dacă acest bit este 0, informațiile transferate reprezintă date, iar dacă este 1, acestea reprezintă comenzi.

- IO (*Input / Output*). Specifică sensul transferului, valoarea 0 indicând o operație de ieșire (la dispozitiv), iar valoarea 1 o operație de intrare (la calculator).
- RELEASE. Indică eliberarea magistralei ATA de către dispozitiv înaintea terminării comenzii în curs.

Registru de selecție unitate (Registru de selecție dispozitiv ATA)

7	6	5	4	3	2	1	0
1	Rezervat	1	DRV	Rezervat			

DRV (*Drive*). Selectează unitatea 0 (DRV = 0) sau unitatea 1 (DRV = 1).

Registru de control dispozitiv (Registru de control dispozitiv ATA)

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

- SRST (*Software Reset*). Permite resetarea software a dispozitivului, printr-o secvență specifică pentru interfața ATAPI. Există în plus și posibilitatea utilizării comenzii ATAPI *SOFT RESET*.
- nIEN (*Interrupt Enable*). Este bitul de validare/invalidare a întreruperilor către sistem. Dacă nIEN = 0 și dispozitivul este selectat, semnalul INTRQ trebuie validat printr-un buffer cu trei stări. Dacă nIEN = 1 sau dispozitivul nu este selectat, semnalul INTRQ trebuie să fie în starea de înaltă impedență.

12.2.8. Protocolul ATAPI

12.2.8.1. Execuția comenzilor ATAPI

Comanda unui dispozitiv ATAPI se poate realiza prin două metode, prin comenzile ATA obișnuite și prin noua comandă ATAPI *PACKET COMMAND* (numită *PACKET* în continuare). Pentru ambele metode, dispozitivele care sunt conectate la interfață sunt programate de calculator pentru execuția comenzilor, iar dispozitivele vor returna starea la terminarea comenzilor. Dacă sunt conectate în lanț două dispozitive la interfață, comenzile sunt transmise în paralel ambelor dispozitive, dar numai unitatea selectată prin bitul DRV din registru de selecție dispozitiv (ATA) va executa comanda.

Protocolul ATAPI descrie utilizarea noii comenzi *PACKET*. Pentru transmiterea acestei comenzi se aplică regulile și protocolul normal ATA, dar după transmiterea comenzii se aplică un nou set de reguli [12]:

1. Trebuie să se interpreteze bitul DRQ din registrul de stare împreună cu biții IO și CoD din registrul de identificare a întreruperii pentru a determina tipul întreruperii.
2. Comanda care va fi executată de dispozitiv va fi transmisă ca un pachet prin registrul de date, și nu prin celelalte registre ale interfeței.
3. Parametrii comenzii sunt transmiși prin pachetul de comandă și prin registrele interfeței.
4. Se utilizează un contor de octeți pentru a determina cantitatea datelor care vor fi transferate de calculator la fiecare întrerupere DRQ.
5. Pentru a indica utilizarea modului de transfer DMA se utilizează registrul de caracteristici (ATAPI), în locul utilizării diferitelor coduri de operație.
6. Starea finală este returnată calculatorului ca o nouă întrerupere după transferul ultimei date, și nu împreună cu ultimul bloc de date.

Aceste reguli se aplică până la citirea de către calculator a stării care indică terminarea operației. După aceasta, definițiile registrelor și protocolul utilizat vor fi cele din standardul ATA.

Comanda *PACKET* este transmisă ca orice comandă normală ATA, prin inițializarea registrelor interfeței, setarea bitului de selecție a unității și scrierea octetului de comandă în registrul de comandă. La comenzile ATA normale, este setat bitul DRQ din registrul de stare (și, în mod opțional, se generează o întrerupere), pentru a indica faptul că parametrii comenzii pot fi transferați la / de la dispozitiv. La comanda *PACKET*, primul DRQ indică faptul că datele pachetului de comandă trebuie transmise dispozitivului. După transmiterea pachetului, comanda continuă ca o comandă ATA normală.

Dacă în timpul testării bitului BSY dispozitivul rămâne într-o stare în care nu poate accepta o comandă pentru mai mult de 5 secunde, calculatorul trebuie să reseteze dispozitivul.

Deoarece lungimea datelor transferate în modul PIO la și de la un dispozitiv ATAPI este controlat de calculator, și deoarece dispozitivul trebuie să controleze numărul de octeți transferați, s-a creat posibilitatea transferului unui număr variabil de octeți, prin utilizarea registrului contor

de octeți. Dispozitivul indică numărul de octeți care trebuie transferați la fiecare întrerupere DRQ. Înaintea transferului de date, calculatorul trebuie să citească registrul contor de octeți, și să țină cont de lungimea cerută. Atât dispozitivul ATAPI, cât și calculatorul vor avea contoare proprii de octeți, și vor transfera date până când aceste contoare ajung la zero. Pentru anumite comenzi, ca *MODE SENSE*, calculatorul nu cunoaște cantitatea datelor care vor fi transferate, și trebuie să se bazeze pe contorul de octeți furnizat de dispozitiv pentru a transfera numărul corect de octeți.

O altă utilizare a registrului contor de octeți constă în indicarea de către calculator a numărului maxim de octeți pe care le poate prelua într-un singur pachet DRQ sau a dimensiunii preferate a pachetului. Pentru toate comenzile care necesită transferuri de date, calculatorul trebuie să încarce registrul contor de octeți cu lungimea dorită, înaintea transmiterii pachetului de comandă. Această lungime este utilizată de dispozitivul ATAPI ca dimensiune maximă a fiecărui pachet de date PIO sau DMA. Dispozitivul poate transfera pachete de dimensiune mai mică decât cea indicată de calculator.

Dacă dispozitivul solicită transferul unui număr mai mare de octeți decât cel cerut de protocolul comenzii, calculatorul trebuie să completeze datele transmise dispozitivului, și să preia datele suplimentare la citirea acestora de la dispozitiv. Perifericul nu trebuie să realizeze completarea datelor, transferând numai numărul de octeți specificat de calculator.

Anumite comenzi ATAPI sunt imediate. Aceste comenzi returnează starea de terminare a execuției imediat, continuându-se execuția comenzii. La terminarea efectivă a operației de căutare (*seek*), dispozitivul setează bitul DSC (*Device Seek Complete*) din registrul de stare.

- Dacă se transmite o nouă comandă ATAPI după o comandă imediată care raportează terminarea înaintea terminării efective (*SEEK, PLAY AUDIO* etc.), noua comandă este memorată de dispozitiv.
- Dacă se înscrie în registrul de comandă o nouă comandă ATA înaintea terminării unei comenzi, comanda în curs va fi oprită din execuție, iar noua comandă va fi abandonată, setându-se bitul ABRT (*Aborted Command*) din registrul de eroare.
- Noile comenzi ATAPI recepționate în timpul execuției unei comenzi ATAPI precedente determină abandonarea ambelor comenzi și setarea bitului CHECK (*Check Condition*) din registrul de stare.
- Dacă la resetarea software a dispozitivului (prin setarea bitului SRST din registrul de control) există o comandă imediată în execu-

ție, bitul DSC din registrul de stare nu trebuie șters la ștergerea celorlalți biți din acest registru, ci trebuie păstrat.

Există dispozitive care permit *comenzi suprapuse*, îmbunătățind performanțele sistemului. Aceste dispozitive eliberează magistrala ATA înaintea terminării comenzii în curs, permițând utilizarea magistralei de un alt dispozitiv.

12.2.8.2. Protocolul pentru intrare în modul PIO

Acest protocol este utilizat de comenzi ca *INQUIRY*, *READ* etc. Execuția cuprinde transferul unui număr necunoscut de octeți de la dispozitiv la calculator [12].

1. Calculatorul așteaptă până când $BSY = 0$, $DRQ = 0$, apoi inițializează registrele interfeței prin scrierea parametrilor ceruți în registrul de caracteristici, contor de octeți și selecție dispozitiv.
2. Calculatorul înscrie codul comenzii *PACKET* (A0h) în registrul de comandă.
3. Dispozitivul setează bitul BSY și se pregătește pentru transferul pachetului de comandă.
4. Atunci când dispozitivul este pregătit pentru preluarea pachetului, setează bitul CoD și șterge biții BSY și IO . Simultan, este setat bitul DRQ . Unele dispozitive vor activa și semnalul $INTRQ$ după setarea bitului DRQ .
5. După detectarea setării bitului DRQ , calculatorul scrie cei 12 octeți ai comenzii (6 cuvinte) în registrul de date.
6. Dispozitivul efectuează următoarele operații: (1) șterge bitul DRQ (după citirea celor 12 octeți); (2) setează bitul BSY ; (3) citește registrul contor de octeți și cel de caracteristici; (4) se pregătește pentru transferul datelor.
7. Atunci când datele sunt disponibile, dispozitivul: (1) scrie numărul de octeți disponibili în registrul contor de octeți; (2) setează bitul IO și șterge bitul CoD ; (3) setează bitul DRQ și șterge BSY ; (4) activează $INTRQ$.
8. După detectarea $INTRQ$, calculatorul citește bitul DRQ din registrul de stare pentru a determina modul de continuare a comenzii. Dacă $DRQ = 0$, dispozitivul a terminat comanda. Dacă $DRQ = 1$, calculatorul trebuie să citească datele (numărul de octeți specificat de registrul contor de octeți) din registrul de date. Ca răspuns la citi-

rea registrului de stare, dispozitivul dezactivează INTRQ în ambele cazuri.

9. Dispozitivul șterge bitul DRQ. Dacă este necesar transferul unor noi date, dispozitivul setează bitul BSY și secvența de sus este repetată de la pasul 7.
10. Atunci când dispozitivul poate indica starea terminării operației, înscrie starea în registrul de stare, setează biții CoD, IO, DRDY și șterge biții BSY, DRQ, după care activează INTRQ.
11. După detectarea INTRQ și DRQ = 0, calculatorul citește registrul de stare și, dacă este necesar, registrul de eroare.

Bitul DRQ este utilizat de dispozitiv pentru a indica faptul că este gata pentru transferul datelor, și este șters după ultimul octet transferat.

12.2.8.3. Protocolul pentru comenzile fără transferuri de date

Această categorie cuprinde comenzi ca *SEEK*, execuția acestora neimplicând transferuri de date [12].

1. Calculatorul așteaptă BSY = 0, DRQ = 0, iar apoi inițializează registrele interfeței prin scrierea parametrilor ceruți în registrele de caracteristici, contor de octeți și selecție dispozitiv.
2. Calculatorul scrie codul comenzii *PACKET* (A0h) în registrul de comandă.
3. Dispozitivul setează bitul BSY și se pregătește pentru transferul pachetului de comandă.
4. Atunci când dispozitivul este pregătit pentru preluarea pachetului, setează bitul CoD și șterge biții BSY și IO. Simultan, este setat bitul DRQ. Unele dispozitive vor activa și semnalul INTRQ după setarea bitului DRQ.
5. După detectarea setării bitului DRQ, calculatorul scrie cei 12 octeți ai comenzii (6 cuvinte) în registrul de date.
6. Dispozitivul setează bitul BSY și execută comanda.
7. Atunci când dispozitivul poate indica starea terminării operației, înscrie starea în registrul de stare, setează biții CoD, IO, DRDY și șterge biții BSY, DRQ, după care activează INTRQ.
8. După detectarea INTRQ, calculatorul citește registrul de stare.

12.2.9. Comenzi ATAPI

12.2.9.1. Descrierea pachetului de comandă

O comandă ATAPI este transmisă dispozitivului ATAPI prin intermediul unui pachet. Pentru unele comenzi, pachetul este urmat de o listă de parametri transmiși după generarea unei întreruperi în urma transmiterii pachetului de comandă. Primul octet al pachetului conține întotdeauna un cod de operație.

Se prezintă în Figura 12.8 structura tipică a unui pachet.

Câmpurile au aceeași semnificație cu câmpurile blocului descriptor de comenzi de la interfața SCSI (Lucrarea Nr. 9).

Comenzile ATAPI pentru unitățile CD-ROM sunt derivate din setul de comenzi SCSI. Cu excepția tehnicii de adresare MSF, interfața utilizează adresarea logică pentru toate blocurile de date. Fiecare dispozitiv poate fi interogat pentru a determina numărul de blocuri pe care le conține.

Bit Octet	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Cod de operație							
1	Rezervat				Rezervat			
2	Bit cms							
3								
4	Adresă bloc logic							
5	Bit cmpls							
6	Rezervat							
7	Bit cms							
8	Lungime transfer, Lungime listă de parametri, Lungime alocată							
9	Bit cmpls							
10	Rezervat							
11	Rezervat							

Figura 12.8. Structura tipică a unui pachet de comandă ATAPI.

În Tabelul 12.4 se prezintă lista comenzilor ATAPI pentru unitățile CD-ROM.

Tabelul 12.4. Comenzile ATAPI pentru unitățile CD-ROM.

Comandă	Cod operație	Tip
INQUIRY	12h	M
LOAD/UNLOAD CD	A6h	O
MECHANISM STATUS	BDh	M
MODE SELECT (10)	55h	M
MODE SENSE (10)	5Ah	M
PAUSE/RESUME	4Bh	O
PLAY AUDIO (10)	45h	O
PLAY AUDIO (MSF)	47h	O
PLAY CD	BCh	O
PREVENT/ALLOW MEDIUM REMOVAL	1Eh	M
READ (10)	28h	M
READ (12)	A8h	M
READ CR-ROM CAPACITY	25h	M
READ CD	BEh	M
READ CD MSF	B9h	M
READ HEADER	44h	M
READ SUB-CHANNEL	42h	M
READ TOC	43h	M
REQUEST SENSE	03h	M
SCAN	BAh	O
SEEK	2Bh	M
SET CD SPEED	BBh	O
STOP PLAY/SCAN	4Eh	M
START STOP UNIT	1Bh	M
TEST UNIT READY	00h	M
M: Implementarea comenzii este obligatorie.		
O: Implementarea comenzii este opțională.		

12.2.9.2. Comanda *PLAY AUDIO (MSF)*

Comanda specifică începerea unei operații de *play-back* de către unitatea CD-ROM. Aceasta este o comandă imediată, permițând comenzi suprapuse. La terminarea efectivă a operației, este setat bitul DSC din registrul de stare.

Structura pachetului de comandă este cea din Figura 12.9.

Bit Octet	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Cod de operație (47h)							
1-2	Rezervați							
3	Câmp M de început							
4	Câmp S de început							
5	Câmp F de început							
6	Câmp M de sfârșit							
7	Câmp S de sfârșit							
8	Câmp F de sfârșit							
9-11	Rezervați							

Figura 12.9. Structura pachetului comenzii *PLAY AUDIO (MSF)*.

Câmpurile M, S și F de început specifică adresa MSF absolută la care va începe operația, iar câmpurile M, S și F de sfârșit specifică adresa MSF absolută la care operația va fi terminată. Dacă valorile câmpurilor M, S și F de început sunt setate la FFh, adresa de început va fi cea corespunzătoare capului optic de citire. Aceasta permite schimbarea adresei de sfârșit fără întreruperea operației curente.

Dacă adresa MSF de început este mai mare decât adresa MSF de sfârșit, comanda se va termina cu starea *CHECK CONDITION*. Dacă adresa de început nu este găsită, adresa nu se află într-o pistă audio sau dacă unitatea nu este pregătită, comanda se va termina de asemenea cu starea *CHECK CONDITION*.

12.2.9.3. Comanda *READ (10)*

Solicită unității CD-ROM transferul datelor de la unitatea de disc la calculator. Structura pachetului de comandă este cea tipică a unei comenzi (Figura 12.8). Octeții 7-8 conțin lungimea transferului.

Lungimea transferului specifică numărul blocurilor logice contigue care trebuie transferate. Deși unitatea CD-ROM poate returna diferite informații, această comandă va transfera numai porțiunea de date din cadrul sectorului. Acest câmp de date are întotdeauna lungimea de 2048 de octeți pentru sectoarele în *Modul 1* și *Modul 2, Forma 1*, care sunt singurele tipuri de sectoare permise. Pentru alte tipuri de sectoare, va fi setat bitul ILI (*Illegal Length Indication*) din registrul de eroare, dacă se încearcă citirea acestora prin comanda *READ*.

12.2.9.4. Comanda *READ CD-ROM CAPACITY*

Permite citirea capacității discului. Se returnează adresa ultimului bloc logic, pe baza tabelii de conținut a volumului. Dacă ultima pistă este o pistă audio, valoarea returnată poate fi inexactă, existând o toleranță de ± 75 cadre la adresarea datelor audio, conform specificațiilor suportului. Ultimul bloc poate fi deci la o distanță de ± 75 cadre față de sfârșitul efectiv al pistei. Pentru unitățile CD-ROM, această implementare permite un răspuns mai rapid.

Datele returnate au structura din Figura 12.10.

Bit Octet	7	6	5	4	3	2	1	0
0-3	Adresa blocului logic (octet 0 - c.m.s.)							
4-7	Lungimea blocului în octeți (octet 4 - c.m.s.)							

Figura 12.10. Datele returnate de comanda *READ CD-ROM CAPACITY*.

12.2.9.5. Comanda *READ TOC*

Prin această comandă se solicită unității transferul la calculator a tabelii de conținut (TOC). Anumite unități memorează datele din această tabelă și le pot returna în timpul unei comenzi *PLAY*.

Bit Octet	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Cod de operație (43h)							
1	Rezervat						MSF	Rezerv.
2-5	Rezervați							
6	Pistă de început / Număr sesiune							
7-8	Lungime alocată (octet 7 - c.m.s.)							
9	Format		Rezervat					
10-11	Rezervați							

Figura 12.11. Structura pachetului comenzii *READ TOC*.

Pentru a identifica tabela de conținut a discurilor multi-sesiune, se utilizează cei 2 biți c.m.s. ai octetului 9 (*Format*) pentru a identifica această informație (Figura 12.11). Pentru discuri multi-sesiune și/sau discuri *Kodak Photo CD*, se poate utiliza formatul 01b. Pentru unități care nu permit discuri multi-sesiune, numărul primei sesiuni trebuie să fie egal cu

numărul ultimei sesiuni din informațiile TOC returnate. Definiția câmpului *Format* este următoarea:

- 00b În acest format câmpul *pistei de început* specifică numărul primei piste pentru care trebuie returnate datele. Dacă această valoare este 0, tabela de conținut va începe cu datele primei piste de pe disc. Datele sunt returnate în ordinea crescătoare a numerelor de pistă.
- 01b Format multi-sesiune, pentru care se returnează numărul primei sesiuni, numărul ultimei sesiuni și adresa ultimei sesiuni. În acest format câmpul *pistei de început* trebuie să fie 0. Lungimea alocată trebuie să fie de 10 (0Ah) octeți.
- 10b Se returnează datele din fiecare subcanal Q din zona *Lead-In* (TOC), începând cu numărul sesiunii specificate în câmpul *Număr sesiune*.
- 11b Rezervat.

Datele returnate pentru *Format* = 00b au structura din Figura 12.12.

Bit Octet	7	6	5	4	3	2	1	0
0-1	Lungime date TOC (octet 0 - c.m.s.)							
2	Numărul primei piste							
3	Numărul ultimei piste							
Descriptori de piste								
0	Rezervat							
1	ADR				Control			
2	Număr pistă							
3	Rezervat							
4-7	Adresa absolută CD-ROM (octet 4 - c.m.s.)							

Figura 12.12. Datele returnate de comanda *READ TOC* pentru formatul 00b.

Blocul de date returnat conține un *antet* de 4 octeți urmat de zero sau mai mulți *descriptori de piste*.

Lungimea datelor TOC specifică lungimea în octeți a datelor următoare care sunt disponibile pentru a fi transmise calculatorului. Această lungime nu include câmpul care conține lungimea datelor.

Câmpurile *Numărul primei piste*, respectiv *Numărul ultimei piste* se referă la prima pistă, respectiv ultima pistă (înainte de zona *Lead-Out*)

din tabela de conținut. Numerele valide ale pistelor sunt între 01 și 99 (63h). Prima pistă poate avea orice număr valid.

Câmpul ADR indică tipul informațiilor codificate în subcanalul Q al blocului în care s-a găsit această intrare în TOC:

- 1h: Subcanalul Q codifică informații despre poziția curentă (pistă, index, adresa absolută, adresa relativă).
- 2h: Subcanalul Q codifică numărul de catalog al suportului.
- 3h: Subcanalul Q codifică codul ISRC (*International Standard Recording Code*).
- 4h-Fh: Valori rezervate.

Câmpul *Control* indică atributele pistei (date sau audio, copierea permisă sau interzisă).

Câmpul *Număr pistă* indică numărul pistei pentru care datele din descriptorul de pistă sunt valide. Un număr de pistă egal cu AAh arată că descriptorul de pistă se referă la zona *Lead-Out*.

Adresa absolută CD-ROM conține adresa primului bloc de informații pentru pista respectivă. Dacă bitul MSF din pachetul comenzii *READ TOC* este 0, câmpul cu adresa absolută conține adresa blocului logic, iar dacă bitul MSF este 1, câmpul cu adresa absolută conține o adresă MSF. Câmpurile M, S și F ale acestei adrese se află în octeții 1, 2, respectiv 3 ai adresei absolute.

Datele returnate pentru *Format* = 01b au structura din Figura 12.13.

Bit Octet	7	6	5	4	3	2	1	0
0-1	Lungime date TOC (0Ah)							
2	Numărul primei sesiuni							
3	Numărul ultimei sesiuni							
Descriptori de piste								
0	Rezervat							
1	ADR				Control			
2	Numărul primei piste în ultima sesiune							
3	Rezervat							
4-7	Adresa absolută CD-ROM a primei piste a ultimei sesiuni							

Figura 12.13. Datele returnate de comanda *READ TOC* pentru formatul 01b.

Pentru acest format, unitatea returnează datele din TOC pentru valorile 1 și 5 ale câmpului ADR din zona *Lead-In*.

Numărul primei sesiuni este egal cu numărul ultimei sesiuni pentru discurile cu o singură sesiune sau dacă unitatea nu recunoaște discuri multi-sesiune. Datele returnate pentru discurile multi-sesiune sunt aranjate în ordinea crescătoare a numerelor de sesiune. Datele din cadrul unei sesiuni sunt aranjate în următoarea ordine a valorii câmpului POINT: A0h, A1h, A2h, numerele pistelor, B0h, B1h, B2h, B3h, B4h și C0h.

Pentru *Format* = 10b, datele returnate au structura din Figura 12.14.

Bit Octet	7	6	5	4	3	2	1	0
0-1	Lungime date TOC							
2	Numărul primei sesiuni							
3	Numărul ultimei sesiuni							
Descriptori de piste								
0	Număr sesiune							
1	ADR				Control			
2	Octet 1: TNO							
3	Octet 2: POINT							
4	Octet 3: MIN							
5	Octet 4: SEC							
6	Octet 5: FRAME							
7	Octet 6: ZERO							
8	Octet 7: PMIN							
9	Octet 8: PSEC							
10	Octet 9: PFRAME							

Figura 12.14. Datele returnate de comanda *READ TOC* pentru formatul 10b.

Semnificația octeților 2-10 este dată în paragraful 12.2.3.1.

12.2.9.6. Comanda *START/STOP UNIT*

Specifică validarea sau invalidarea accesului la suport de către unitatea CD-ROM (Figura 12.15).

Bit Octet	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Cod de operație (1Bh)							
1	Rezervat							Imed
2-3	Rezervați							
4	Rezervat						LoEj	Start
5-11	Rezervați							

Figura 12.15. Structura pachetului comenzii *START/STOP UNIT*.

Dacă bitul imediat (*Imed*) este setat, se va returna starea imediat ce a fost validat pachetul de comandă. În caz contrar starea este returnată după terminarea operației.

Dacă bitul *Start* este 1, se validează utilizarea unității, iar dacă bitul *Start* este 0, se invalidează utilizarea unității (suportul nu poate fi accesat de calculator).

Dacă bitul *LoEj* (*Load / Eject*) este 0, nu vor fi executate acțiuni pentru încărcarea sau eliminarea suportului. Dacă bitul *LoEj* este 1, se solicită eliminarea suportului dacă bitul *Start* este 0. Dacă bitul *LoEj* este 1, se solicită încărcarea suportului dacă bitul *Start* este 1.

12.2.10. Instalarea programelor pentru unitățile CD-ROM

Sunt necesare două componente [6]:

- Driverul pentru unitatea CD-ROM;
- Programul *MSCDEX* (*Microsoft CD Extension*).

Dacă unitatea este cuplată la o interfață SCSI, este necesar și driverul pentru adaptorul SCSI.

Pentru instalarea driverului, se introduce în fișierul CONFIG.SYS o linie de forma:

```
DEVICE = C:\DRIVERS\MYCDROM.SYS /D:mscd001
```

Opțiunea */D:mscd001* indică faptul că driverul va lucra cu unitatea CD-ROM din sistem cu numărul 001. Această precizare este destinată driverului *Microsoft*, care folosește acest mod de recunoaștere a unităților CD-ROM.

Programul *MSCDEX* permite sistemului de operare DOS recunoașterea și utilizarea datelor furnizate de unitatea CD-ROM. Pe măsură

ce tehnologia CD-ROM se modifică, programul *MSCDEX* poate fi schimbat fără a fi necesară modificarea sistemului. De exemplu, cele mai multe unități *Photo CD* necesită utilizarea versiunii 2.21 a programului *MSCDEX*, versiune special concepută pentru a recunoaște acest format.

În fișierul *AUTOEXEC.BAT* se introduce o linie de forma:

```
C:\WINDOWS\MSCDEX.EXE /D:miscd001
```

Opțiunea */D:miscd001* comunică extensiei *MSCDEX* numele DOS al dispozitivului definit în driverul unității CD-ROM din fișierul *CONFIG.SYS*. Numele utilizate de *MSCDEX* și driverul unității CD-ROM trebuie să fie identice.

Programul *MSCDEX* are mai multe opțiuni care pot fi adăugate în linia de comandă.

- /V* La inițializarea sistemului vor fi afișate pe ecran informațiile referitoare la alocarea memoriei, buffere, litera asignată unității și numele driverului de unitate.
- /L:<literă>* Se poate specifica litera care urmează a fi alocată unității. Nu trebuie utilizată o literă asignată altei unități și litera trebuie să fie anterioară sau aceeași cu cea a comenzii *LASTDRIVE* din *CONFIG.SYS*.
- /M:<buffere>* Opțiunea se utilizează pentru a crea o memorie tampon pentru datele citite de pe disc. Este utilă atunci când se dorește un acces inițial mai rapid la directorul discului. De obicei, un număr de buffere cuprins între 10 și 20 este suficient. Fiecare buffer este echivalentul a 2 KB de memorie. Prin utilizarea memoriei tampon nu se îmbunătățesc semnificativ performanțele generale ale unității, ci doar accesul inițial al sistemului de operare la disc și transferul unor blocuri mari de date, de exemplu în aplicațiile video. Valoarea implicită este de 6 buffere.
- /E* Se va utiliza memoria superioară (*High Memory*) pentru memoria tampon definită cu opțiunea */M*.
- /P:<port, IRQ>* Se precizează portul interfeței la care este conectată unitatea CD-ROM și întreruperea utilizată. De exemplu, se poate specifica opțiunea: */P: 170,15* pentru cel de-al doilea canal al interfeței și pentru *IRQ 15*.
- /S* Permite utilizarea unității CD-ROM în comun în cadrul unei aplicații de rețea, cum este *Windows for Workgroups* sau *Windows 95*.

12.3. Desfășurarea lucrării

12.3.1. Se va prezenta un exemplu de organizare a unui disc CD-ROM mixt, care conține piste de date și piste audio. Se vor indica adresele logice absolute și relative, adresele MSF absolute și relative, pista, indexul și tipul informațiilor pentru zonele *Pre-Gap* și *Post-Gap*, piste și zonele de pauză.

12.3.2. Se va prezenta structura tabelii de conținut pentru un exemplu de disc multisesiune.

12.3.3. Se va scrie un program pentru citirea capacității înregistrate a unui disc CD-ROM de date. Se verifică rezultatul prin comparare cu capacitatea indicată de programul *Norton Commander*.

12.3.4. Se va scrie un program pentru citirea tabelii de conținut a unui disc audio. Se introduce un disc audio și se verifică programul, memorând adresa MSF de început a fiecărei piste. Se execută apoi comanda *PLAY AUDIO* pentru o anumită pistă, conectându-se la unitate o cască audio sau difuzoare.