

9. INTERFAȚA SCSI

9.1. Scopul lucrării

Lucrarea prezintă diferitele tipuri de interfețe SCSI, standardele SCSI care au fost elaborate sau sunt în curs de elaborare, semnalele magistralei SCSI și funcționarea acestei magistrale, structura comenzilor SCSI, modul în care se configurează unitățile SCSI, câteva tipuri de adaptoare și drivere SCSI, și o comparație între interfețele și unitățile IDE și SCSI.

9.2. Considerații teoretice

9.2.1. Prezentarea interfeței SCSI

Interfața SCSI (*Small Computer System Interface*) provine din interfața SASI (*Shugart Associates System Interface*). SCSI nu este o interfață de disc, deci un anumit tip de controler, ci o interfață la nivelul sistemelor, formată dintr-o magistrală care acceptă mai multe echipamente. Unul din aceste echipamente, adaptorul cu sistemul gazdă, funcționează ca o punte între magistrala SCSI și magistrala sistemului. Magistrala SCSI nu comunică direct cu echipamentele periferice, cum sunt unitățile de discuri, ci cu controlerul care este inclus în aceste unități.

O singură magistrală SCSI poate accepta până la 8 *unități fizice*, numite *unități SCSI*, dintre care una este adaptorul SCSI. Unitățile fizice pot fi unități de discuri fixe, unități de bandă, unități CD-ROM, scanere, imprimante. Majoritatea sistemelor pot accepta până la patru adaptoare SCSI la sistemul gazdă, fiecare din acestea permițând cuplarea a până la șapte echipamente periferice.

Una din cauzele care au întârziat acceptarea interfeței SCSI pe piața calculatoarelor personale a fost lipsa unui standard referitor la adaptorul pentru sistemul gazdă, la driverele de interfață și la componenta ROM BIOS pentru unitățile de discuri conectate pe magistrala SCSI. Din cauza lipsei unui standard de interfață au rezultat probleme ca imposibilitatea de a utiliza unitățile de disc în afara magistralei SCSI, impo-

sibilitatea de a încărca sistemul de operare de pe aceste unități și de a folosi diferite sisteme de operare.

Rutinele pentru discul fix ale ROM BIOS au fost proiectate pentru a funcționa cu controlerul de disc ST-506/412 [6]. Producătorii au putut proiecta cu ușurință unități ESDI de pe care se putea încărca sistemul de operare și care erau acceptate de rutinele ROM BIOS, deoarece controlerul ESDI sunt foarte asemănătoare la nivel de registre cu controlerul ST-506/412. Același lucru este valabil și pentru interfața IDE, care simulează funcționarea controlerului WD1003 și care funcționează cu rutinele ROM BIOS existente. Interfața SCSI este însă atât de diferită de celelalte interfețe standard, încât este nevoie de un nou set de rutine ROM BIOS care să permită încărcarea și lansarea automată a sistemului de operare.

Mai multe firme, ca *Adaptec* sau *Future Domain*, produc de mai mulți ani plăchete SCSI care au rutine BIOS proprii într-o memorie ROM, dar aceste rutine nu pot fi executate în modul protejat, deci pot fi utilizate numai cu sistemul de operare DOS. Alte sisteme de operare nu conțineau decât driverele pentru controlerul standard ST-506/412 și ESDI. Din acest motiv, utilizarea unităților SCSI cu alte sisteme de operare decât DOS nu era posibilă. Această situație s-a schimbat însă începând cu anul 1990, când firma *IBM* a prezentat mai multe adaptoare și periferice SCSI standard pentru sistemele PS/2, împreună cu rutine BIOS și un sistem de operare adecvat (OS/2).

Aproape toate sistemele actuale produse de firma *IBM* sunt standardizate pentru a funcționa cu echipamente SCSI. Aceste sisteme au un adaptor SCSI, aflat fie pe o placă instalată într-un conector de extensie, fie încorporat pe placa de bază. Această dispunere seamănă oarecum cu cea a echipamentelor IDE, deoarece există un singur cablu de la placa de bază la unitățile SCSI, cu deosebirea că interfața SCSI permite conectarea a până la șapte periferice diferite, pe când interfața IDE nu acceptă decât două periferice. Sistemele PS/2 cu unități SCSI sunt ușor de modernizat, deoarece unitățile SCSI ale diferiților producători nu trebuie decât conectate la sistem pentru a funcționa. După firma *IBM*, și alți producători își echipează sistemele cu adaptoare SCSI sau cu interfețe SCSI integrate pe placa de bază.

9.2.2. Standarde SCSI

Standardele referitoare la interfața SCSI au fost elaborate în cadrul institutului *ANSI*, de către grupul de lucru *X3*, care funcționează ca o comisie acreditată pentru standardizare (*ASC - Accredited Standards Committee*). Primul standard, SCSI-1 (*ANSI X3.131-1986*), a fost aprobat

în 1986. Un nou standard, SCSI-2, a fost aprobat în 1994, iar în prezent se lucrează la o nouă versiune, numită SCSI-3. Aceste standarde definesc parametrii fizici și electrici ai unei magistrale de I/E, care este utilizată pentru conectarea în lanț a echipamentelor periferice.

Una din problemele nerezolvate de standardul SCSI-1 este aceea că multe din comenzile și caracteristicile specificate erau opționale, de aceea nu exista nici o garanție că un anumit periferic va putea executa toate aceste comenzi. Pentru a rezolva această problemă, industria de profil a definit un set de 18 comenzi SCSI de bază, set numit *CCS (Common Command Set)*, care urma să devină setul minim de comenzi acceptate de toate perifericele. Acest set de comenzi comune a stat la baza standardului SCSI-2.

În plus față de acceptarea setului de 18 comenzi, SCSI-2 conține și definiții suplimentare, referitoare la comenzi pentru unități CD-ROM (inclusiv posibilitatea utilizării discurilor CD audio), unități de bandă și alte periferice. A fost definită de asemenea o versiune rapidă a interfeței, numită *Fast SCSI-2*, și o versiune pe 16 biți, numită *Wide SCSI-2*. O altă caracteristică a standardului SCSI-2 este posibilitatea de a depune comenzile într-o coadă de așteptare, care permite unui periferic să accepte mai multe comenzi și să le execute într-o ordine care este considerată cea mai eficientă. Această caracteristică este importantă pentru sistemele de operare *multitasking*, care pot transmite pe magistrala SCSI mai multe comenzi în același timp.

Grupul de lucru X3 a aprobat standardul SCSI-2 în 1990, dar documentul a fost retras la sfârșitul aceluiași an pentru unele modificări, care urmau a fi efectuate înainte de publicarea definitivă de către organizația *ANSI*. Versiunea finală a fost aprobată doar la începutul anului 1994, deși acest document (*ANSI X3.131-1994*) nu conține decât foarte puține modificări față de versiunea inițială din 1990. Practic toate prevederile din standardul SCSI-1 se regăsesc și în standardul SCSI-2.

Numeroși producători livrează echipamente cu specificația că ele sunt conforme standardului SCSI-2. Aceasta nu înseamnă însă că ele au toate caracteristicile suplimentare opționale care au fost incluse în versiunea SCSI-2 [6]. De exemplu, una din opțiunile prevăzute în specificațiile SCSI-2 se referă la un mod de transfer rapid, cu rata de transfer dublă față de cea obișnuită, deci de 10 MB/s în loc de 5 MB/s. Acest mod de transfer, numit *Fast SCSI*, poate fi combinat cu alte două moduri de transfer opționale, numite 16-bit *Wide SCSI*, respectiv 32-bit *Wide SCSI*, obținându-se astfel rate de transfer de până la 40 MB/s. La ora actuală, nu există echipamente periferice care să poată efectua transferuri pe 32 de biți, iar perifericele și adaptoarele SCSI care efectuează transferuri pe 16 biți sunt într-un număr relativ redus. Majoritatea echipamentelor SCSI

funcționează fie în modul standard, fie în modul Fast SCSI, ambele pe 8 biți. Chiar și perifericele care nu pot lucra nici în modul Fast SCSI, nici într-unul din modurile Wide SCSI, pot fi considerate totuși echipamente SCSI-2.

Tabelul 9.1. Rate maxime de transfer și cabluri pentru interfața SCSI.

Magistrala	SCSI standard	Fast SCSI	Cabluri
8 biți	5 MB/s	10 MB/s	A
16 biți	10 MB/s	20 MB/s	P
32 biți	20 MB/s	40 MB/s	P și Q

În Tabelul 9.1 se prezintă ratele maxime de transfer pe magistrala SCSI, pentru diferite variante ale interfeței, ca și tipurile de cabluri necesare pentru fiecare variantă.

Adaptoarele SCSI-1 pot lucra și cu periferice SCSI-2, deoarece din punct de vedere hardware între echipamentele care respectă standardul SCSI-1 și cele care respectă standardul SCSI-2 nu există nici o diferență. Majoritatea adaptoarelor sunt de fapt compatibile cu standardul SCSI-2, deși sunt prezentate ca fiind compatibile cu SCSI-1. Aceasta deoarece standardul SCSI-2 nu s-a modificat prea mult de la prima sa apariție din 1990, când a fost aproape de a fi aprobat definitiv. Echipamentele SCSI-2 conectate la adaptoarele SCSI-1 nu pot utiliza însă modurile de transfer rapide oferite de standardul SCSI-2.

9.2.3. Tipuri de interfețe SCSI

9.2.3.1. Interfețe normale și diferențiale

În cazul interfeței SCSI *normale*, pentru fiecare semnal transmis spre magistrală există câte un fir pe care circulă semnalul respectiv. Pentru echipamentele SCSI cu interfață *diferențială*, pentru fiecare semnal există câte o pereche de fire. Pe unul din fire circulă un semnal de același tip cu cel folosit la interfața normală. Pe al doilea fir circulă un semnal care este obținut prin inversarea logică a semnalului original. Circuitele de recepție a semnalelor iau în considerare diferența dintre cele două semnale care sunt recepționate pe o pereche de fire, rezultând o imunitate crescută la zgomote a acestei interfețe și posibilitatea folosirii unor cabluri mai lungi. Pentru interfața SCSI diferențială lungimea cablurilor poate fi de până la 25 m, în timp ce pentru interfața normală

lungimea poate fi de până la 6 m, în cazul unor transferuri standard, sau de maxim 3 m în cazul transferurilor Fast SCSI.

Echipamentele SCSI normale nu trebuie instalate pe aceeași magistrală cu cele diferențiale, deoarece există riscul defectării echipamentelor. Pentru calculatoarele personale, se întâlnesc de cele mai multe ori echipamente cu interfață normală. Echipamentele normale se pot deosebi de cele diferențiale prin simbolurile marcate pe suprafața exterioară a acestora. În industrie au fost adoptate simboluri diferite pentru interfața SCSI normală și pentru cea diferențială (Figura 9.1).

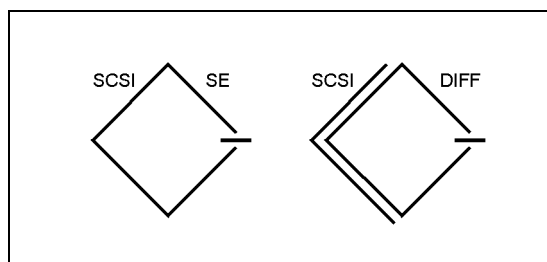


Figura 9.1. Simboluri pentru interfața SCSI normală și diferențială.

9.2.3.2. SCSI-1 și SCSI-2

Specificația SCSI-2 este o versiune îmbunătățită a specificației SCSI-1, la care au fost adăugate caracteristici și opțiuni noi. În mod normal, echipamentele SCSI-1 și cele SCSI-2 sunt compatibile, dar echipamentele SCSI-1 nu recunosc opțiunile suplimentare valabile pentru SCSI-2.

Unele din modificările aduse interfeței SCSI-1 sunt minore. De exemplu, în versiunea SCSI-1 paritatea pe magistrala SCSI era opțională, pe când în versiunea SCSI-2 este obligatorie prezența unui bit de paritate. O altă cerință este aceea ca dispozitivele care inițiază transferul, cum sunt adaptoarele la sistemele gazdă, să fie cele care alimentează circuitele terminatoare de pe interfață. Însă, majoritatea echipamentelor îndeplinesc deja această cerință.

Interfața SCSI-2 are și caracteristici opționale [19]:

- Fast SCSI;
- Wide SCSI;
- Coada de comenzi;
- Comenzi noi;

- Terminatoare îmbunătățite.

Fast SCSI. Se referă la posibilitatea de a efectua transferuri sincrone la viteze ridicate. Cu versiunea Fast SCSI se pot obține rate de transfer de 10 MB/s, pe magistrala SCSI standard, de 8 biți. Dacă această versiune este combinată cu variantele Wide SCSI de 16 sau 32 de biți, rezultă rate de transfer de 20 MB/s, respectiv 40 MB/s.

Wide SCSI. Această versiune permite efectuarea de transferuri pe magistrale de 16 sau 32 de biți. Pentru aceste variante sunt necesare alte cabluri. Cablul standard cu 50 de fire pentru transferul pe 8 biți se numește *cablu A*. Pentru varianta Wide SCSI pe 16 biți este necesar un *cablu P* cu 68 de fire. Pentru varianta Wide SCSI pe 32 de biți, care este foarte puțin răspândită, este nevoie de două cabluri: *cablul P* cu 68 de fire și *cablul Q* cu 68 de fire.

Coadă de comenzi. Conform standardului SCSI-1, un echipament care poate iniția un transfer poate transmite câte o singură comandă pentru câte un periferic. Conform standardului SCSI-2, acest echipament poate transmite până la 256 de comenzi pentru un singur periferic, comenzile fiind memorate de periferic într-o coadă de așteptare, ele fiind executate înainte de a se transmite răspunsul pe magistrala SCSI. Perifericul poate modifica ordinea comenzilor, pentru a obține performanțe maxime. Această posibilitate este utilă mai ales pentru sistemele de operare *multitasking*.

Comenzi noi. În standardul SCSI-2 au fost incluse în mod oficial comenzile din setul de comenzi comune (CCS), care erau utilizate deja în industrie. Setul de comenzi comune a fost definit mai ales pentru unitățile de disc și nu include comenzi pentru alte tipuri de echipamente. Au fost abrogate multe din comenzile mai vechi și au fost adăugate altele noi. Astfel, au fost adăugate noi seturi de comenzi pentru unitățile CD-ROM, alte discuri optice, scannere etc.

Terminatoare. Pentru funcționarea corectă a magistralei SCSI cu interfață normală, sunt necesare rezistențe terminatoare cu valoare precisă. Terminatoarele pasive de 132 Ω , definite în standardul SCSI-1, nu sunt adecvate vitezelor mari de transfer. Din cauza reflexiilor de semnal, pot apare erori la creșterea ratei de transfer sau la creșterea numărului de echipamente conectate la magistrală. Conform standardului SCSI-2, ca terminatori trebuie folosite componente active, comandate în tensiune, care asigură o impedanță de 110 Ω și care îmbunătățesc performanțele sistemului.

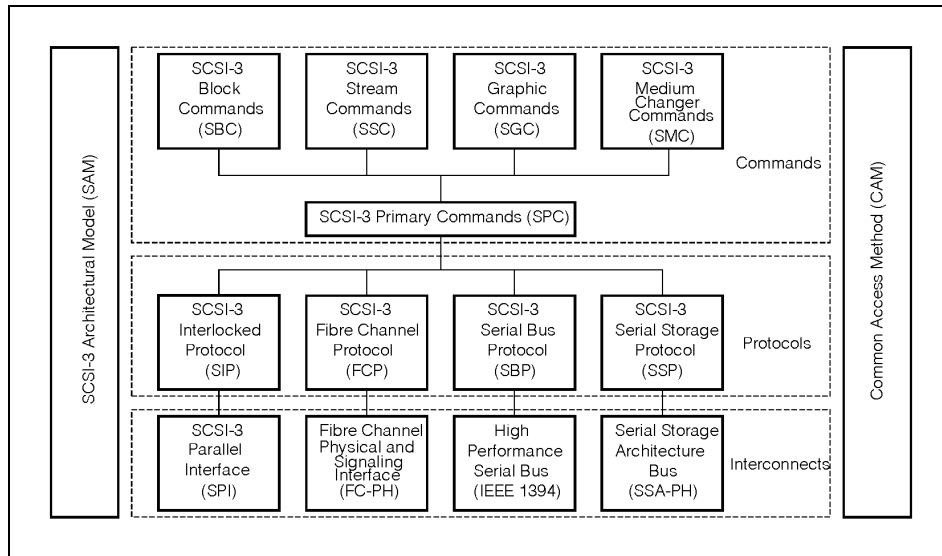


Figura 9.2. Componentele standardului SCSI-3.

9.2.3.3. SCSI-3

În Figura 9.2 se prezintă componentele propunerii standardului SCSI-3 [18].

Componentele principale ale familiei de standarde SCSI-3 sunt următoarele:

SCSI-3 Architecture Model (SAM): Definește modelul sistemelor SCSI, partiționarea funcțională a setului de standarde SCSI-3 și cerințele aplicabile pentru toate implementările SCSI-3.

Commands: Reprezintă standarde de implementare care definesc clasele de dispozitive și un model de dispozitiv pentru fiecare clasă. Aceste standarde definesc comenzile care trebuie implementate de toate dispozitivele sau cele care sunt specifice diferitelor clase de dispozitive, și prescriu regulile care trebuie urmate de un inițiator atunci când se transmit comenzi unui dispozitiv. Standardele pentru comenzi sunt:

- SCSI-3 *Primary Commands* (SPC): Comenzi comune pentru toate dispozitivele.
- SCSI-3 *Block Commands* (SBC): Dispozitive cu acces direct (discuri magnetice).
- SCSI-3 *Stream Commands* (SSC): Dispozitive cu acces secvențial (benzi magnetice).

- SCSI-3 *Graphic Commands* (SGC): Dispozitive de I/E grafice (scannere, imprimante).
- SCSI-3 *Medium Changer Commands* (SMC): Dispozitive pentru schimbarea volumelor, de exemplu caruseluri pentru discuri CD-ROM.
- SCSI-3 *Multimedia Commands* (MMC): Discuri CD-ROM, CD-R/E (*Recordable/Erasable*).
- SCSI-3 *Controller Commands* (SCC): Controlere pentru sisteme de I/E, de exemplu pentru seturi de unități de discuri de tip RAID (*Redundant Array of Independent Disks*).

Common Access Method (CAM): Definește un set de servicii care permit scrierea unor drivere care sunt independente de interconexiuni, protocoale, sisteme de operare și platforme hardware.

Protocols: Standarde care definesc regulile de comunicație între diferite dispozitive SCSI-3.

Interconnects: Standarde care specifică diferite interconexiuni fizice.

Specificația SCSI-3, la care se lucrează în prezent, va conține în plus față de SCSI-2, comenzi noi, caracteristici noi și realizări practice noi. De exemplu, se vor putea asigura condițiile pentru conectarea pe magistrala SCSI a 32 de echipamente, în loc de numai 8.

Specificația SCSI-3 conține o propunere pentru o interfață SCSI *serială*, care ar folosi un cablu cu numai 6 fire, permițând transferul informațiilor cu o rată de până la 100 Mbit/s. Trecerea de la transferul paralel la cel serial ar avea ca scop eliminarea unor probleme legate de zgomote, de întârzieri și de terminatoare, ca și simplificarea conexiunilor. Interfața SCSI serială va putea transfera prin 6 fire informații la rate mai ridicate decât interfața Fast Wide SCSI pe 32 de biți, prin 128 de fire. Se intenționează ca această interfață să echipeze în viitor plăcile de bază ale sistemelor.

Echipamentele SCSI-3 vor putea fi instalate mai simplu, vor putea fi configurate automat prin simpla lor conectare la sistem, iar circuitele terminatoare pentru liniile magistralei vor fi activate automat.

9.2.4. Magistrala SCSI

9.2.4.1. Comunicația pe magistrala SCSI

Comunicația pe magistrala SCSI are loc între un dispozitiv care inițiază transferul și un dispozitiv destinație. La un moment dat, comunicația se realizează doar între două dispozitive, dintre care unul are rol de *inițiator*, selectând și comandând *destinația* care efectuează operația dorită. Un dispozitiv SCSI are de obicei un rol fix de inițiator sau destinație, dar unele dispozitive pot îndeplini ambele roluri.

Un inițiator poate adresa până la opt dispozitive periferice care sunt conectate la un dispozitiv destinație. Pentru toate blocurile de date se utilizează adrese logice și nu fizice. Pentru dispozitivele cu adresare directă, fiecare unitate logică poate fi interogată pentru a determina numărul blocurilor de date pe care le conține. O unitate logică poate coincide cu un dispozitiv periferic sau poate fi o parte a acestuia.

Standardul SCSI definește nivelul semnalelor de pe magistrală, funcția lor logică, protocolul de comunicație și secvențele de comenzi. Toate dispozitivele trebuie să permită utilizarea protocolului asincron de tip "*handshake*" (REQ/ACK) definit de standard pentru transferurile de date. În plus, este definit un protocol opțional pentru transferuri sincrone. Este specificat de asemenea un protocol pentru transmiterea mesajelor în scopul controlului interfeței.

Există un sistem de arbitraj distribuit în cadrul interfeței SCSI, pentru a permite existența a mai multor inițiatori și execuția concurentă a operațiilor de I/E. Un sistem de priorități permite acordarea magistralei pentru dispozitivul SCSI cu prioritatea cea mai mare dintre cele care solicită magistrala. Timpul pentru efectuarea arbitrajului este independent de numărul dispozitivelor care solicită magistrala și este mai mic de 10 μ s.

Inițiatorul poate solicita magistrala SCSI și poate selecta un anumit dispozitiv destinație. Destinația poate solicita transferul informațiilor de date, de comandă sau de stare pe magistrala de date, iar în unele cazuri poate solicita magistrala și poate reselecta inițiatorul în scopul continuării unei operații.

În cele ce urmează, prin *eliberarea* unui semnal se înțelege trecerea sursei semnalului în starea de înaltă impedanță, permițând terminatorilor magistralei să aducă semnalul în starea dezactivată.

9.2.4.2. Semnalele magistralei SCSI

Pentru interfața SCSI de 8 biți care utilizează cablul A există 18 semnale, dintre care 9 de date și 9 de control. Pentru variantele de 16 și 32 de biți există extensii ale magistralei. Semnalele sunt descrise în continuare [19].

- BSY (*Busy*). Un semnal de tip SAU cablat care indică faptul că magistrala este ocupată.
- SEL (*Select*). Un semnal de tip SAU cablat utilizat de un inițiator pentru a selecta o destinație sau de o destinație pentru a reselecta un inițiator. Identificatorul dispozitivului selectat va apare pe liniile de date.
- C/D (*Control/Data*). Un semnal utilizat de dispozitivul destinație pentru a indica transmiterea informațiilor de control sau de date pe magistrala de date. Valoarea activă indică transmiterea informațiilor de control.
- I/O (*Input/Output*). Destinația controlează prin acest semnal sensul de transfer al datelor. Sensul se consideră din punctul de vedere al inițiatorului. Valoarea activă indică o operație de intrare pentru inițiator. Acest semnal este utilizat și pentru a se distinge fazele de *Selecție* și *Reselecție*.
- MSG (*Message*). Destinația indică prin acest semnal faptul că pe magistrală se transmite un mesaj (în faza de *Mesaje*).
- REQ (*Request*). Un semnal generat de destinație pentru a indica o cerere de transfer asincron prin protocolul "*handshake*".
- ACK (*Acknowledge*). Un semnal generat de inițiator pentru a confirma o cerere de transfer asincron efectuată de o destinație prin activarea semnalului REQ.
- ATN (*Attention*). Este utilizat de un inițiator pentru a indica o condiție de atenționare pentru destinație.
- RST (*Reset*). Un semnal de tip SAU cablat care inițializează magistrala SCSI și resetează toate dispozitivele de pe magistrală.
- DB (7-0, P) (*Data Bus*). Reprezintă semnalele bidirecționale de date și semnalul pentru bitul de paritate, care formează o magistrală de date. DB (7) este bitul cel mai semnificativ și are prioritatea cea mai mare în timpul fazei de arbitraj. DB (P) este bitul de paritate impară a datelor. Paritatea este nedefinită în timpul fazei de arbitraj.

- DB (31-8, P1, P2, P3) (*Data Bus*). Reprezintă extensia magistralei de date. DB (P1, P2, P3) sunt biți de paritate impară pentru DB (15-8), DB (23-16), respectiv DB (31-24).
- TERMPWR (*Terminator Power*). Linie de alimentare pentru terminatorii de magistrală.

9.2.4.3. Fazele magistralei SCSI

În timpul funcționării, magistrala SCSI trece prin mai multe stări distincte, numite *faze*. O fază descrie sensul transferului și conținutul informațiilor transferate. Există 8 faze distincte [19]:

1. *Magistrală liberă (BUS FREE)*
2. *Arbitrare (ARBITRATION)*
3. *Selecție (SELECTION)*
4. *Reselecție (RESELECTION)*
5. *Comandă (COMMAND)*
6. *Date (DATA)*
7. *Stare (STATUS)*
8. *Mesaj (MESSAGE)*

1) Faza de *Magistrală liberă*

Această fază indică faptul că nu există nici un proces de I/E curent și că magistrala SCSI este disponibilă pentru o operație. Dispozitivele SCSI vor detecta faza de *Magistrală liberă* după ce semnalele SEL și BSY sunt ambele dezactivate pentru un timp de cel puțin 400 ns. Aceasta deoarece din cauza conexiunii SAU cablat poate apare un fenomen de hazard în care semnalul BSY este dezactivat pentru o perioadă scurtă de timp, chiar dacă a fost activat.

Dispozitivele SCSI trebuie să elibereze toate semnalele magistralei într-un timp de 800 ns după detectarea fazei de *Magistrală liberă*. În timpul funcționării normale, această fază apare atunci când o destinație eliberează semnalul BSY. Totuși, faza de *Magistrală liberă* poate apare și în urma eliberării semnalului SEL după un time-out al fazei de *Selecție* sau *Reselecție*.

2) Faza de *Arbitrare*

Această fază permite unui dispozitiv SCSI să preia controlul asupra magistralei SCSI pentru a putea iniția sau relua un proces de I/E.

Procedura prin care un dispozitiv SCSI poate prelua controlul asupra magistralei este următoarea:

1. Dispozitivul SCSI trebuie să aștepte mai întâi faza de *Magistrală liberă*.
2. După detectarea fazei de *Magistrală liberă*, dispozitivul SCSI trebuie să aștepte un timp minim de 800 ns pentru eliberarea magistralei înaintea activării oricărui semnal.
3. Dispozitivul SCSI poate solicita magistrala prin activarea semnalului BSY și a bitului de identificare al dispozitivului. Toți ceilalți biți ai magistralei de date trebuie eliberați de dispozitivul SCSI. Bitul de identificare este un bit de pe magistrala de date care corespunde adresei unice a dispozitivului SCSI (de exemplu, adresei 2 îi corespunde bitul 2).
4. După un timp de întârziere necesar pentru arbitrare (2.4 μ s), măsurat de la activarea semnalului BSY, dispozitivul SCSI trebuie să examineze magistrala de date. Dacă există un bit de identificare de prioritate mai înaltă care este activat, dispozitivul a pierdut arbitrajul. Dacă nu există nici un bit de identificare de prioritate mai înaltă activat pe magistrala de date, dispozitivul a câștigat arbitrajul, și trebuie să activeze semnalul SEL. Toate dispozitivele care au pierdut arbitrajul trebuie să elibereze semnalul BSY și bitul propriu de identificare după ce semnalul SEL a fost activat, și se pot întoarce la pasul 1.
5. Dispozitivul SCSI care a câștigat arbitrajul trebuie să aștepte un timp de cel puțin 1.2 μ s după activarea semnalului SEL înaintea modificării altor semnale.

Paritatea nu este validă în timpul fazei de arbitrare. În timpul acestei faze, DB (P) poate fi eliberat sau activat, dar nu trebuie dezactivat în mod explicit.

3) Faza de *Selecție*

Faza de *Selecție* permite unui inițiator selecția unei destinații care va executa o anumită funcție (de exemplu, o comandă READ sau WRITE). În timpul fazei de *Selecție* semnalul I/O este dezactivat, astfel încât se poate realiza distincția dintre această fază și faza de *Reselecție*.

Dispozitivul SCSI care a câștigat arbitrajul are semnalele BSY și SEL activate. Acest dispozitiv devine un inițiator dacă nu activează semnalul I/O.

Inițiatorul trebuie să seteze pe magistrala de date o valoare care este un SAU logic între bitul său de identificare și bitul de identificare al

destinației, și trebuie să activeze semnalul ATN (indicând faptul că după faza de *Selecție* urmează faza de *Mesaj la destinație*). După un timp de întârziere, inițiatorul trebuie să elibereze semnalul BSY, așteptând apoi un răspuns de la destinație.

Destinația va cunoaște faptul că este selectată dacă semnalul SEL și bitul său de identificare sunt activate, iar semnalele BSY și I/O sunt dezactivate pentru o perioadă de cel puțin 400 ns. Destinația selectată poate examina magistrala de date pentru a determina identificatorul inițiatorului. Destinația selectată trebuie să activeze apoi semnalul BSY într-un timp de 200 μ s. Destinația nu trebuie să răspundă la o selecție dacă se detectează o eroare de paritate. De asemenea, destinația nu trebuie să răspundă dacă există mai mulți biți de identificare setați pe magistrală.

După detectarea de către inițiator a activării semnalului BSY, acesta trebuie să elibereze semnalul SEL. Destinația trebuie să aștepte până când semnalul SEL este dezactivat înaintea activării semnalului REQ pentru a trece într-o fază de transfer a informațiilor.

Sunt specificate două proceduri opționale de time-out pentru selecție, în scopul inițializării magistralei, în cazul în care inițiatorul așteaptă un timp de minim 250 ms și nu a apărut un răspuns de la destinație prin activarea semnalului BSY. Conform primei proceduri, inițiatorul trebuie să activeze semnalul RST. Conform celei de-a doua proceduri, inițiatorul trebuie să elibereze magistrala de date, iar după o întârziere de încă 90 ns trebuie să elibereze semnalele ATN și SEL, permițând magistralei SCSI să treacă în faza de *Magistrală liberă*.

4) Faza de Reselecție

Aceasta este o fază opțională care permite unei destinații să se reconecteze la un inițiator pentru a continua o operație care a fost lansată în prealabil de inițiator, dar a fost suspendată de destinație (destinația s-a deconectat, permițând trecerea în faza de *Magistrală liberă* înaintea terminării operației).

La terminarea fazei de *Arbitrare*, dispozitivul care a câștigat arbitrajul are semnalele BSY și SEL activate. Acest dispozitiv devine destinație prin activarea semnalului I/O, și trebuie să depună pe magistrala de date o valoare care este un SAU logic între bitul său de identificare și bitul de identificare al inițiatorului. După un timp de cel puțin 90 ns, destinația trebuie să elibereze semnalul BSY.

Inițiatorul va cunoaște faptul că este reselectat dacă semnalele SEL, I/O și bitul său de identificare sunt activate, iar semnalul BSY este

dezactivat pentru cel puțin 400 ns. Inițiatorul reselectat poate examina magistrala de date pentru a determina bitul de identificare al destinației. Inițiatorul reselectat trebuie să activeze apoi semnalul BSY.

După detectarea de către destinație a activării semnalului BSY, acesta trebuie de asemenea să activeze semnalul BSY, iar după o așteptare de minim 90 ns trebuie să elibereze semnalul SEL. Destinația poate modifica apoi semnalul I/O și semnalele magistralei de date. După detectarea de către inițiatorul reselectat a dezactivării semnalului SEL, acesta trebuie să elibereze semnalul BSY.

5) Faze de transfer a informațiilor

Fazele de *Comandă*, *Date*, *Stare* și *Mesaj* sunt utilizate pentru transferul informațiilor de date și de control pe magistrala de date. Distincția dintre diferitele faze de transfer este realizată pe baza semnalelor C/D, I/O și MSG. Destinația activează și dezactivează aceste semnale și controlează astfel succesiunea fazelor. Inițiatorul poate solicita o fază de *Mesaj la destinație* prin activarea semnalului ATN, iar destinația poate determina trecerea în faza de *Magistrală liberă* prin eliberarea semnalelor MSG, C/D, I/O și BSY.

Fazele de transfer a informațiilor utilizează protocolul REQ/ACK pentru controlul transferului de informații. La fiecare ciclu al protocolului se transferă un octet. În timpul acestor faze semnalul BSY trebuie să rămână activ, iar semnalul SEL trebuie să rămână inactiv.

După dezactivarea semnalului ACK din ultimul transfer al unei faze, destinația se pregătește pentru o nouă fază prin activarea sau dezactivarea semnalelor MSG, C/D și I/O. O nouă fază nu începe până când semnalul REQ va fi activat pentru primul octet al noii faze. O fază se termină atunci când semnalele MSG, C/D sau I/O se modifică după dezactivarea semnalului ACK. Timpul între sfârșitul unei faze și activarea semnalului REQ de la începutul unei noi faze este nedefinit.

În Tabelul 9.2 se prezintă fazele de transfer a informațiilor.

Tabelul 9.2. Fazele de transfer a informațiilor pe magistrala SCSI.

Semnal			Nume fază	Direcția transferului
MSG	C/D	I/O		
0	0	0	Date la destinație	Inițiator la destinație
0	0	1	Date la inițiator	Inițiator de la destinație
0	1	0	Comandă	Inițiator la destinație
0	1	1	Stare	Inițiator de la destinație

Semnal			Nume fază	Direcția transferului
MSG	C/D	I/O		
1	0	0	*	
1	0	1	*	
1	1	0	Mesaj la destinație	Inițiator la destinație
1	1	1	Mesaj la inițiator	Inițiator de la destinație
0 - Semnal inactiv, 1 - Semnal activ, * - Rezervat pentru standardizări viitoare				

Transferul asincron. Destinația controlează direcția transferului prin semnalul I/O. Dacă semnalul I/O este activ, informațiile se transferă de la destinație la inițiator. Dacă semnalul I/O este inactiv, informațiile se transferă de la inițiator la destinație.

Pentru *transferul la inițiator*, destinația setează mai întâi semnalele DB (7-0, P) la valorile dorite, așteaptă cel puțin 55 ns, iar apoi activează semnalul REQ. Inițiatorul citește semnalele DB (7-0, P) după ce semnalul REQ devine activ, și indică preluarea datelor prin activarea semnalului ACK. După activarea semnalului ACK, destinația poate modifica sau elibera semnalele DB (7-0, P), și dezactivează semnalul REQ. Inițiatorul dezactivează apoi semnalul ACK. După dezactivarea semnalului ACK, destinația poate continua transferul prin activarea semnalului REQ, în modul descris anterior.

Pentru *transferul la destinație*, destinația solicită informațiile prin activarea semnalului REQ. Inițiatorul setează semnalele DB (7-0, P) la valorile dorite, așteaptă cel puțin 55 ns, iar apoi activează semnalul ACK. După activarea semnalului ACK, destinația citește datele și dezactivează semnalul REQ. Inițiatorul poate apoi modifica sau elibera semnalele DB (7-0, P), după care dezactivează semnalul ACK. După dezactivarea semnalului ACK, destinația poate continua transferul datelor prin activarea semnalului REQ, în modul descris anterior.

Transferul sincron. Transferul sincron este opțional și este utilizat numai în fazele de date. Acest transfer poate fi utilizat dacă a fost stabilit în prealabil modul de transfer sincron printr-un mesaj de cerere de transfer sincron. Prin acest mesaj se stabilește perioada de transfer. Această perioadă reprezintă timpul minim permis între fronturile anterioare ale impulsurilor REQ succesive și ale impulsurilor ACK succesive pentru transferul corect al datelor.

Pentru *transferul la inițiator*, destinația setează semnalele DB (7-0, P) la valorile dorite, așteaptă minim 55 ns, și activează semnalul REQ. Acest semnal trebuie menținut activ pentru un timp de minim 90 ns. Destinația poate dezactiva apoi semnalul REQ și poate modifica sau eli-

bera semnalele DB (7-0, P). Inițiatorul citește datele într-un timp de 45 ns de la activarea semnalului REQ, după care răspunde cu un impuls al semnalului ACK.

Pentru *transferul la destinație*, inițiatorul transferă un octet la fiecare recepționare a unui impuls al semnalului REQ. După recepționarea frontului anterior al impulsului REQ, inițiatorul setează semnalele DB (7-0, P) la valorile dorite, așteaptă minim 55 ns, iar apoi activează semnalul ACK și îl menține activ pentru un timp de minim 90 ns. Inițiatorul poate dezactiva apoi semnalul ACK și poate modifica sau elibera semnalele DB (7-0, P). Destinația citește datele într-un timp de 45 ns de la activarea semnalului ACK.

6) Faza de Comandă

Această fază permite destinației să solicite informații de comandă de la inițiator. Comanda se transmite sub forma unui *bloc descriptor de comenzi*. Destinația trebuie să activeze semnalul C/D și să dezactiveze semnalele MSG și I/O în timpul acestei faze.

7) Faza de Date

Această fază cuprinde fie o fază de *Date la inițiator*, fie o fază de *Date la destinație*. Unele comenzi SCSI nu necesită transferuri de date, deci pentru acestea faza de *Date* lipsește.

Faza de *Date la inițiator* permite destinației să solicite transferul datelor de la destinație la inițiator. Destinația trebuie să activeze semnalul I/O și să dezactiveze semnalele MSG și C/D în timpul acestei faze.

Faza de *Date la destinație* permite destinației să solicite transferul datelor de la inițiator la destinație. Destinația trebuie să dezactiveze semnalele MSG, C/D și I/O în timpul acestei faze.

8) Faza de Stare

Această fază permite destinației să solicite transmiterea informațiilor de stare de la destinație la inițiator. Informațiile se referă la ultima operație executată. Faza de *Stare* urmează imediat după cea de date sau după cea de comandă (dacă cea de date nu a fost necesară). Destinația trebuie să activeze semnalele C/D și I/O și să dezactiveze semnalul MSG în timpul acestei faze.

9) Faza de Mesaj

Această fază cuprinde fie o fază de *Mesaj la inițiator*, fie o fază de *Mesaj la destinație*.

Faza de *Mesaj la inițiator* permite destinației să solicite transmiterea unui mesaj sau a mai multor mesaje de la destinație la inițiator. Destinația trebuie să activeze semnalele MSG, C/D și I/O în timpul acestei faze.

Faza de *Mesaj la destinație* permite destinației să solicite transmiterea unui mesaj sau a mai multor mesaje de la inițiator la destinație. Destinația trebuie să activeze semnalele MSG și C/D și să dezactiveze semnalul I/O în timpul acestei faze. Destinația trece în această fază în urma unei condiții de atenționare create de inițiator. Această condiție permite inițiatorului să informeze destinația că există un mesaj pregătit de către inițiator. Destinația poate prelua mesajul prin execuția unei faze de *Mesaj la destinație*.

Condiția de atenționare este creată de inițiator prin activarea semnalului ATN în orice moment cu excepția fazelor de *Arbitrare* și de *Magistrală liberă*. Semnalul ATN este menținut activat de inițiator dacă trebuie transferați mai mulți octeți. Inițiatorul poate dezactiva semnalul ATN în orice moment, cu excepția cazului în care semnalul ACK este activ în timpul unei faze de *Mesaj la destinație*. În mod normal, inițiatorul dezactivează semnalul ATN în timp ce semnalul REQ este activ și semnalul ACK este inactiv în timpul ultimului ciclu al protocolului REQ/ACK din faza de *Mesaj la destinație*.

Un mesaj poate avea o lungime de unu, doi sau mai mulți octeți. În timpul unei faze de *Mesaj* se pot transmite mai multe mesaje, dar un mesaj nu poate fi divizat între mai multe faze. Primul octet al mesajului determină formatul acestuia, după cum se indică în Tabelul 9.3.

Tabelul 9.3. *Formate ale mesajelor.*

Valoare	Formatul mesajului
00h	Mesaj de un octet (COMMAND COMPLETE)
01h	Mesaje extinse
02h - 1Fh	Mesaje de un octet
20h - 2Fh	Mesaje de doi octeți
30h - 7Fh	Rezervat
80h - FFh	Mesaj de un octet (IDENTIFY)

Mesajele de un octet constau din codul mesajului. Mesajele de un octet care trebuie implementate în mod obligatoriu sunt prezentate în Tabelul 9.4.

Pentru mesajele de doi octeți, valoarea primului octet reprezintă codul mesajului, iar al doilea octet este un parametru specific fiecărui mesaj.

Valoarea 01h a primului octet al unui mesaj indică începutul unui mesaj extins. Lungimea minimă a unui asemenea mesaj este de trei octeți. Al doilea octet conține lungimea mesajului, al treilea octet conține codul mesajului, iar următorii octeți conțin argumentele mesajului. Lungimea mesajului indică lungimea în octeți a codului mesajului și a argumentelor, deci lungimea totală a mesajului extins este egală cu lungimea specificată în octetul al doilea plus 2.

Tabelul 9.4. Mesaje de un octet cu implementare obligatorie.

Cod	Nume mesaj	Direcție
06h	ABORT	Out
0Ch	BUS DEVICE RESET	Out
00h	COMMAND COMPLETE	In
80h+	IDENTIFY	In Out
05h	INITIATOR DETECTED ERROR	Out
09h	MESSAGE PARITY ERROR	Out
07h	MESSAGE REJECT	In Out
08h	NO OPERATION	Out
80h+: Codurile între 80h și FFh sunt utilizate pentru mesajele IDENTIFY.		

9.2.5. Comenzi SCSI

Standardul SCSI-2 specifică un set de comenzi de nivel înalt pe care trebuie să le recunoască echipamentele care se conformează acestui standard. Sunt definite comenzi obligatorii și comenzi opționale, dintre care unele sunt comune pentru toate tipurile de echipamente, iar altele sunt specifice pentru diferite tipuri de echipamente.

9.2.5.1. Structura blocului descriptor al comenzii

O comandă este specificată sub forma unui *bloc descriptor al comenzii* (*Command Descriptor Block*), care se transmite la destinație. Pentru un număr de comenzi, blocul descriptor al comenzii este urmat de o listă de parametri care se transmit în timpul fazei de *Date la desti-*

nație. Blocul descriptor al comenzii începe cu un cod de operație în primul octet și se termină cu un octet de control.

Există structuri tipice ale blocului descriptor pentru comenzi de 6, 10 și 12 octeți. În Figura 9.3 se prezintă structura tipică a unui bloc descriptor al comenzii pentru comenzile de 10 octeți [19].

Codul de operație are două câmpuri: *codul de grup* (biții 7-5) și *codul de comandă* (biții 4-0). Cei trei biți ai codului de grup permit 8 grupuri de coduri. Cei cinci biți ai codului de comandă permit 32 de coduri de comandă în fiecare grup. Astfel, există un număr total de 256 de coduri de operație posibile. Codul de grup definește grupuri separate pentru comenzile de 6, 10 și 12 octeți, și pentru comenzi specifice producătorilor.

Numărul unității logice este definit în mesajul IDENTIFY. Destinația va ignora numărul unității logice specificat în blocul descriptor al comenzii dacă s-a recepționat un mesaj IDENTIFY. Se recomandă ca numărul unității logice din blocul descriptor să fie setat la zero. Acest câmp a fost inclus în blocul descriptor al comenzii pentru compatibilitate cu unele dispozitive SCSI-1.

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

Figura 9.3. Structura unui bloc descriptor pentru comenzile SCSI de 10 octeți.

Adresa blocului logic în cadrul unei unități logice sau a unei partiții a unui volum începe cu blocul zero și trebuie să fie contiguă până la ultimul bloc logic al unității logice sau al partiției. Un bloc descriptor pentru comenzi de 6 octeți conține o adresă de bloc logic de 21 biți. Blocul descriptor pentru comenzile de 10 octeți și cel pentru comenzile de 12 octeți conțin adrese de blocuri logice de 32 biți.

Lungimea transferului specifică cantitatea datelor care trebuie transferate, de obicei sub forma numărului de blocuri. Pentru unele comenzi lungimea transferului indică numărul de octeți care trebuie transferați. În cadrul comenzilor care utilizează un octet pentru lungimea transferului, o lungime a transferului între 1 și 255 indică numărul de blocuri care trebuie transferate printr-o singură comandă. O valoare zero indică 256 de blocuri. În cadrul comenzilor care utilizează mai mulți octeți pentru lungimea transferului, o lungime zero indică faptul că nu trebuie transferate date.

Lungimea listei de parametri se utilizează pentru a specifica numărul de octeți care se transferă în timpul fazei de *Date la destinație*, și care reprezintă parametrii transmiși la destinație.

Lungimea alocată specifică numărul maxim de octeți alocați de inițiator pentru datele transmise de la destinație. Destinația trebuie să termine faza de *Date la inițiator* atunci când s-au transferat un număr de octeți indicați de lungimea alocată. Această lungime se utilizează pentru a limita numărul de octeți returnați la inițiator.

Câmpul de control are structura din Figura 9.4.

7	6	5	4	3	2	1	0
Specific producător		Rezervat				Flag	Link

Figura 9.4. Structura câmpului de control al comenzii.

Bitul *Flag* specifică mesajul care trebuie returnat de destinație la inițiator dacă bitul *Link* este 1 și comanda se termină fără erori. Acest bit este utilizat de obicei pentru a genera o întrerupere a inițiatorului între comenzile înlanțuite. Implementarea acestui bit este opțională.

Dacă bitul *Link* este 0 și bitul *Flag* este 1, destinația trebuie să returneze starea *Check Condition*. Această stare indică apariția unui eveniment neprevăzut în timpul operației. Inițiatorul trebuie să transmită o comandă suplimentară (REQUEST SENSE) pentru a determina evenimentul neprevăzut.

Dacă bitul *Link* este 1 și bitul *Flag* este 0, iar comanda s-a terminat cu succes, destinația trebuie să transmită mesajul LINKED COMMAND COMPLETE. Dacă bitul *Link* este 1 și bitul *Flag* este 1, iar comanda s-a terminat cu succes, destinația trebuie să transmită mesajul LINKED COMMAND COMPLETE (WITH FLAG). Aceste mesaje indică terminarea unei comenzi înlanțuite.

Bitul *Link* este utilizat pentru a continua procesul de I/E după terminarea cu succes a comenzii curente. Dacă bitul *Link* este 1, destinația trebuie să treacă în faza de *Comandă* după terminarea comenzii curente. Implementarea acestui bit este opțională.

9.2.5.2. Exemple de comenzi

Standardul SCSI-2 definește comenzi care se pot utiliza pentru toate tipurile de echipamente, ca și comenzi specifice pentru diferite tipuri de echipamente. Principalele tipuri de echipamente pentru care sunt definite comenzi sunt următoarele:

- Cu acces direct (discuri magnetice);
- Cu acces secvențial (benzi magnetice);
- Imprimante;
- Procesoare (echipamente inteligente);
- Discuri WORM (*Write Once, Read Multiple*);
- Discuri CD-ROM (inclusiv discuri audio);
- Scannere;
- Memorii optice (unele discuri optice, de exemplu CD-R);
- Echipamente de comunicație (noduri de rețea).

În Tabelul 9.5 se prezintă câteva comenzi pentru echipamentele cu acces direct.

Tabelul 9.5. Comenzi SCSI pentru echipamente cu acces direct.

Nume comandă	Cod	Nume comandă	Cod
COPY	18h	REQUEST SENSE	03h
COPY AND VERIFY	3Ah	RESERVE	16h
FORMAT UNIT	04h	SEEK (6)	0Bh
INQUIRY	12h	SEEK (10)	2Bh
READ (6)	08h	SEND DIAGNOSTIC	1Dh
READ (10)	28h	TEST UNIT READY	00h
READ BUFFER	3Ch	WRITE (6)	0Ah
READ CAPACITY	25h	WRITE (10)	2Ah
READ DEFECT DATA	37h	WRITE AND VERIFY	2Eh
RELEASE	17h	WRITE BUFFER	3Bh

9.2.6. Configurarea unităților SCSI

Pentru a configura o unitate SCSI trebuie efectuate două operații: stabilirea adresei fizice a echipamentului SCSI și instalarea terminatoarelor.

9.2.6.1. Stabilirea adresei fizice SCSI

Pe magistrala SCSI pot exista maxim opt echipamente SCSI și fiecare dintre ele trebuie să aibă o adresă SCSI unică, pentru a nu exista conflicte. Pentru adaptorul din sistemul gazdă se asignează una din aceste adrese, de obicei 7, care are prioritatea cea mai mare. Există adaptoare care nu permit încărcarea sistemului de operare decât de pe o unitate de disc cu o adresă anume. De exemplu, adaptoarele *Adaptec* mai vechi cereau ca discul fix de pe care se încărca sistemul să aibă adresa fizică 0. Adaptoarele mai noi permit încărcarea sistemului de la oricare unitate, indiferent de adresă.

Stabilirea adresei fizice necesită de obicei poziționarea a trei jumperi în unitatea respectivă. Configurația jumperelor rezultă din reprezentarea binară a adreselor fizice de la 0 la 7. Jumperii pot apare fie în ordinea crescătoare a rangului lor, fie în ordinea descrescătoare, după cum au fost instalate de producător.

9.2.6.2. Instalarea terminatoarelor

Magistrala SCSI, ca și alte magistrale, are nevoie de terminatoare la ambele capete ale magistralei. Terminarea incorectă a liniilor magistralei constituie una din problemele care apar la utilizarea echipamentelor SCSI. Dacă adaptorul din sistemul gazdă este la unul din capetele magistralei, trebuie să aibă terminatoarele activate (validate). Dacă adaptorul este la mijlocul magistralei și există legături atât spre magistrala internă, cât și spre cea externă, terminatoarele din adaptor trebuie dezactivate (invalidate), iar echipamentele aflate la cele două capete ale magistralei trebuie să aibă terminatoarele instalate.

Există mai multe tipuri de terminatoare pentru magistrala SCSI:

- pasive;
- active;
- FPT (*Forced Perfect Termination*).

Terminatoarele pasive, formate din rezistențe, permit fluctuații ale semnalelor de pe magistrală, care depind de căderea de tensiune de pe aceste rezistențe. De obicei, terminatoarele pasive sunt adecvate

pentru distanțe scurte, de până la 1 m, dar pentru distanțe mai lungi sunt necesare terminatoare active. Terminatoarele active sunt necesare și pentru echipamentele Fast SCSI.

Terminatoarele active folosesc în locul divizoarelor de tensiune formate din rezistențe, unul sau mai multe regulatoare de tensiune care asigură tensiunea necesară. Prin acestea se asigură terminarea semnalelor de pe magistrala SCSI la un nivel de tensiune corect. Specificația SCSI-2 recomandă folosirea terminatoarelor active la ambele capete ale magistralei și impune existența lor în cazul echipamentelor Fast SCSI sau Wide SCSI.

Terminatoarele FPT sunt o variantă a terminatoarelor active, care utilizează nivele de tensiune stabile obținute prin folosirea unor diode. Sunt eliminate fluctuațiile nivelului semnalelor, mai ales la viteze de transfer foarte mari sau lungimi mari ale cablurilor.

Echipamentele SCSI externe au de obicei un conector SCSI de intrare și unul de ieșire, astfel încât mai multe echipamente pot fi conectate în lanț (conexiune "*daisy-chain*"). Atunci când echipamentul se află la unul din capetele magistralei SCSI, în conectorul de ieșire trebuie instalat un terminator.

Unele chipamente au terminatoare încorporate care pot fi activate sau dezactivate printr-un jumper sau prin îndepărtarea lor fizică. Alte echipamente nu au rezistențe terminatoare încorporate, bazându-se pe module terminatoare externe. Aceste module sunt disponibile în diferite configurații ale conectoarelor, care includ și modele de *terminatoare de trecere*. Ele sunt necesare pentru echipamentele instalate la capătul magistralei și care nu au decât un singur conector SCSI. Terminatoarele de trecere sunt folosite în mod curent și în montajele interne în care echipamentele nu au rezistențe terminatoare încorporate. Multe din unitățile de discuri utilizează astfel de terminatoare în montajele interne, pentru a economisi spațiul de pe placa logică.

9.2.6.3. Alte configurări

Există și elemente suplimentare care pot fi configurate pentru unitățile SCSI. Cele mai obișnuite dintre acestea sunt [6]:

- pornirea la comandă;
- paritatea SCSI;
- tensiunea pentru terminatoare;
- negocierea transferului sincron.

Pornirea la comandă. Dacă există mai multe unități de discuri conectate la un sistem, acestea se pot configura astfel încât ele să nu pornească simultan, imediat după punerea sub tensiune. În cazul pornirii simultane, ar crește consumul de putere, iar sursa de alimentare ar fi supraîncărcată, fiind posibilă apariția unor defecte aleatoare în timpul pornirii sistemului.

Unitățile SCSI permit de obicei întârzierea pornirii motorului de antrenare a pachetului de discuri. Atunci când inițializează magistrala SCSI, majoritatea adaptoarelor transmit pe rând câte o comandă Start Unit către fiecare din unitățile fizice. Prin poziționarea unui jumper din unitatea de disc, pornirea motorului nu va fi realizată decât la primirea comenzii Start Unit de la adaptor. Deoarece adaptorul transmite această comandă către toate unitățile fizice, pe rând, începând cu unitatea cea mai prioritară (cu adresa 7) și terminând cu cea mai puțin prioritară (cu adresa 0), unitatea cea mai prioritară poate fi configurată astfel încât să pornească prima, iar cele mai puțin prioritare să pornească după această unitate. Există și adaptoare care nu transmit comanda Start Unit. În acest caz unitățile pot fi configurate astfel încât să-și întârzie pornirea cu un număr oarecare de secunde, în loc de a aștepta comanda Start Unit.

Nu este necesară activarea funcției de pornire întârziată pentru unitățile care au o sursă de alimentare separată. Această funcție este necesară pentru unitățile instalate în aceeași carcasă cu sistemul și care sunt alimentate de la aceeași sursă ca și sistemul. În asemenea cazuri este utilă activarea opțiunii de pornire întârziată chiar dacă există o singură unitate SCSI.

Paritatea SCSI. Folosirea parității permite o verificare limitată a erorilor. Majoritatea adaptoarelor permit controlul parității, deci această opțiune ar trebui validată la fiecare echipament. Această funcție este opțională deoarece există adaptoare mai vechi care nu utilizează bitul de paritate, astfel încât în cazul acestora controlul parității trebuie invalidat.

Tensiunea pentru terminatoare. Terminatoarele active aflate la fiecare din capetele magistralei trebuie să fie alimentate de la cel puțin unul din echipamentele conectate la magistrală. De obicei, tensiunea de alimentare provine de la adaptor, însă sunt și excepții. De exemplu, adaptoarele SCSI pentru porturi paralele nu furnizează de obicei tensiunea necesară terminatoarelor.

Faptul că tensiunea pentru terminatoare este furnizată de mai multe echipamente nu ridică probleme, deoarece fiecare sursă de alimentare este protejată cu ajutorul unor diode. Pentru simplificare, de multe ori se configurează toate echipamentele ca furnizoare de tensiune pentru terminatoare. Dacă însă nici unul din echipamente nu alimentea-

ză cu tensiune circuitele terminatoare, magistrala va fi terminată incorect și va funcționa necorespunzător.

Negocierea transferului sincron. Magistrala SCSI poate funcționa în două moduri: *asincron* (modul implicit) și *sincron*. Magistrala trece de la un mod la altul în timpul transferurilor, printr-un protocol numit negocierea transferului sincron. Înaintea transferului propriu-zis de informații, echipamentul emițător (numit *inițiator*) și echipamentul receptor (numit *destinație*) negociază modul în care va avea loc transferul. Dacă ambele echipamente pot lucra în mod sincron, transferul se va realiza în acest mod, mai rapid.

Unele echipamente mai vechi nu răspund cererii de transfer sincron, și se pot chiar dezactiva în urma recepționării unei asemenea cereri. Din acest motiv, adaptoarele și perifericele care pot executa transferuri sincrone au de cele mai multe ori un jumper care dezactivează dialogul de negociere, pentru ca ele să poată funcționa cu echipamente mai vechi.

9.2.7. Adaptoare SCSI

Pentru magistrala MCA se recomandă adaptoarele produse de firma *IBM*, iar pentru alte magistrale se recomandă adaptoarele firmelor *Adaptec* și *Future Domain*. Toate aceste adaptoare conțin și softul necesar pentru formatarea și funcționarea unităților. Astfel nu este necesară folosirea unor drivere externe.

Ca exemple de adaptoare se amintesc adaptoarele *Adaptec AHA-1540C* și *1542C*. Adaptorul *1542C* conține în plus și un controler pentru unitățile de disc flexibil, format din circuitul *Intel 82077*, care poate lucra cu unități de 2.88 MB. Aceste adaptoare pot fi instalate cu ușurință, deoarece practic toate funcțiile lor pot fi configurate prin program. Configurația este înscrisă într-o memorie de pe placa adaptorului. Dintre caracteristicile acestor adaptoare, se amintesc următoarele:

- Memoria ROM a adaptoarelor conține programe utilitare care permit configurarea completă a acestora.
- Numerele întreruperilor, adresele memoriei ROM, a porturilor DMA și de I/E, paritatea magistralei SCSI, adresele fizice ale perifericelor sunt configurabile prin program.
- Terminatoarele pot fi validate și invalidate prin program (nu mai este necesară îndepărtarea fizică a lor).
- Adaptoarele dispun de un BIOS extins care acceptă până la opt unități de câte 7.88 GB.

- Nu sunt necesare drivere suplimentare pentru mai mult de două unități de discuri.
- Se asigură pornirea pe rând a unităților.
- Încărcarea sistemului se poate realiza de la oricare echipament SCSI.

9.2.8. Drivere SCSI

Fiecare din perifericele SCSI conectate la magistrală (cu excepția unităților de disc) au nevoie de un driver SCSI extern. Discurile fixe au de obicei driverele incluse în componenta BIOS de pe adaptorul SCSI. Aceste drivere externe sunt proiectate pentru un periferic anume, și sunt specifice unui anumit adaptor SCSI.

În ultimul timp, s-au răspândit două tipuri de drivere standard pentru interfața cu adaptorul. Dacă există un driver standard pentru adaptor, producătorii pot crea mai ușor drivere pentru echipamentele periferice, care pot dialoga cu driverul universal din adaptor. Este eliminată astfel dependența de un anumit tip de adaptor. Driverele universale fac legătura între adaptor și sistemul de operare.

Unul din aceste drivere este *interfața programabilă avansată SCSI (Advanced SCSI Programming Interface - ASPI)*, care a fost lansat de firma *Adaptec*. Ulterior, și alți furnizori de echipamente SCSI au folosit driverul ASPI cu produsele lor. Versiunile 2.1 și următoarele ale sistemului de operare OS/2 au un driver ASPI încorporat pentru mai multe adaptoare SCSI.

Al doilea driver este numit CAM (*Common Access Method*), fiind creat de firmele *Future Domain* și *NCR*. Driverul CAM este un protocol aprobat de organizația *ANSI*, și permite unui singur driver posibilitatea de a comanda mai multe adaptoare. Pe lângă driverul ASPI, versiunile 2.1 și următoarele ale sistemului de operare OS/2 acceptă și driverul CAM. Firma *Future Domain* pune la dispoziție și un convertor CAM-ASPI pentru adaptoarele proprii.

9.2.9. Comparație între unitățile și interfețele IDE și SCSI

De obicei, o unitate de disc IDE are performanțe superioare față de o unitate SCSI echivalentă, dacă ele sunt testate cu același program. De asemenea, unitățile IDE sunt de obicei mai ieftine decât unitățile SCSI, deci, în ansamblu, unitățile IDE au calități mai bune. Totuși, în anumite

cazuri, unitățile SCSI au un avantaj semnificativ în privința performanțelor, față de unitățile IDE.

Unitățile IDE au nevoie de un timp necesar transmiterii comenzilor pe magistrală, care este mai mic decât timpul necesar unei unități SCSI. În plus față de transferul comenzilor de la controler spre unitate, care trebuie executat atât de unitatea IDE, cât și de unitatea SCSI, transferul SCSI implică și dialogul pentru obținerea accesului la magistrala SCSI, urmat de selectarea unității destinație. Urmează apoi cererea de transfer a informațiilor, efectuarea transferului pe magistrală, și apoi calculul adreselor efective ale cilindrului, capului, sectorului, pe baza adresei primite, care este o adresă logică de sector (de tip LBA).

Unitățile IDE sunt mai avantajoase pentru sistemele de operare care execută un singur task. Pentru sistemele de operare *multitasking*, unitățile SCSI pot fi mai performante. Deoarece fiecare unitate SCSI are un controler încorporat care poate funcționa independent față de unitatea centrală a sistemului, calculatorul poate transmite comenzi simultane către fiecare unitate din sistem. Fiecare unitate poate păstra aceste comenzi într-o coadă de așteptare și poate executa apoi comenzile simultan cu celelalte unități din sistem. Informațiile pot fi păstrate în memoria tampon a unității și transferate cu o viteză ridicată pe magistrala SCSI, folosită în comun de toate echipamentele, într-un interval de timp în care aceasta este liberă.

Deși unitățile IDE au de asemenea câte un controler propriu, ele nu pot funcționa simultan și nu acceptă o coadă de comenzi. Cele două controlere dintr-o configurație cu două unități IDE lucrează pe rând pentru a nu apare conflicte.

Unitățile SCSI au nevoie și de o placă adaptoare, care conduce la creșterea prețului, însă acest adaptor este partajat cu alte periferice, ca unități de bandă, unități CD-ROM, unități magneto-optice, iar unele dintre acestea nu pot funcționa decât cu un adaptor SCSI. Toate sistemele de operare mai importante conțin suportul software necesar pentru o mare varietate de echipamente SCSI.

Interfața IDE și unitățile IDE au următoarele limitări:

- Interfața IDE nu permite operații de I/E de tip *multitasking*.
- Interfața IDE nu acceptă coada de comenzi.
- Interfața IDE nu poate fi inițiatorul unui transfer pe magistrală.
- Dacă sunt necesare mai multe unități IDE, este necesară instalarea unor adaptoare IDE suplimentare.

- Unitățile IDE sunt limitate în mod obișnuit la 504 MB, dacă nu se utilizează un BIOS extins.

9.3. Desfășurarea lucrării

9.3.1. Care sunt motivele pentru care unitățile de discuri SCSI sunt mai lente decât unitățile EIDE ?

9.3.2. Se vor prezenta îmbunătățirile aduse de interfața SCSI-2 față de SCSI-1.

9.3.3. Se va exemplifica execuția unui proces de I/E care conține o comandă singulară și a unui proces de I/E care conține comenzi înlănțuite.

9.3.4. Care sunt avantajele terminatoarelor active față de cele pasive ?

9.3.5. Se vor prezenta câteva configurații posibile pentru o magistrală SCSI formată din dispozitivele *A*, *B*, *C* și *D* (inclusiv adaptorul). Se va indica amplasarea adaptorului și a terminatoarelor.

9.3.6. Se vor prezenta criteriile care pot sta la baza alegerii unei interfețe ATA/IDE sau a unei interfețe SCSI, în diferite situații posibile.