

rezervă care înlocuiește sectorul respectiv. Această înlocuire este efectuată într-un mod complet transparent pentru utilizator, efectul fiind că toate unitățile de un anumit tip au exact aceeași capacitate disponibilă, neexistând erori vizibile.

Prin utilizarea sectoarelor de rezervă, o anumită zonă de pe disc este sacrificată, fiind utilizată numai dacă există sectoare defecte. O soluție mai eficientă ar fi utilizarea tuturor sectoarelor de pe disc și marcarea celor defecte. Soluția sectoarelor de rezervă creează însă utilizatorului impresia unei unități perfecte, fără erori.

Datorită utilizării sectoarelor de rezervă, o unitate nouă nu ar trebui să aibă sectoare defecte. Este posibil ca în timp să apară noi sectoare defecte. De cele mai multe ori, un singur sector defect va fi urmat în scurt timp de alte sectoare defecte. Aceasta este de obicei o indicație a unei probleme mai serioase a discului.

## 5.7. Caracteristici ale unităților de discuri

Pentru evaluarea diferitelor tipuri de unități de discuri, sau pentru înțelegerea diferențelor dintre acestea, este important să se ia în considerare principalele caracteristici ale acestor unități. În această secțiune se prezintă principalele caracteristici ale unităților de discuri.

### 5.7.1. Capacitatea

#### 5.7.1.1. Capacitatea formatată și neformatată

O parte a spațiului de pe disc este utilizată pentru informațiile de formare care marchează începutul și sfârșitul sectoarelor, ca și pentru alte structuri de control. De aceea, pentru unitățile de discuri poate fi specificată fie capacitatea *formatată*, fie cea *neformatată*. Diferența dintre cele două capacități este semnificativă, și poate fi de 20% sau mai mare. De exemplu, unitățile de discuri *Seagate* din familia *Cheetah 18* au o capacitate neformatată de 22,54 GB și o capacitate formatată de 18,2 GB, diferența dintre aceste capacități fiind de 19,25%. Deoarece unitățile IDE și SCSI sunt formate de producător, în cele mai multe cazuri în specificații este indicată numai capacitatea formatată.

#### 5.7.1.2. Unități de măsură binare și zecimale

Capacitatea este exprimată de obicei în MB sau GB. Una din problemele legate de specificarea capacității unităților de discuri, care poate crea confuzii, este faptul că, datorită unei coincidențe matematice, există două moduri

similare, dar diferite, de exprimare a unităților de măsură. Cele două moduri reprezintă unitățile de măsură *binare*, respectiv *zecimale*.

Unitățile de măsură binare se exprimă sub forma puterilor lui 2, în timp ce unitățile zecimale se exprimă sub forma puterilor convenționale ale lui 10. De exemplu,  $2^{10} = 1.024$ , care este aproximativ egal cu 1.000 (kilo). De aceea,  $2^{10}$  octeți reprezintă de asemenea un kilooctet (KB). Similar,  $2^{20}$  octeți (1.048.576 octeți) reprezintă 1 MB binar, în timp ce 1.000.000 octeți reprezintă 1 MB zecimal. În Tabelul 5.7 se sintetizează unitățile de măsură binare și cele zecimale.

**Tabelul 5.7.** Unitățile de măsură binare și zecimale.

Unitate	Putere binară	Valoare binară	Putere zecimală	Valoare zecimală
Kilo	$2^{10}$	1.024	$10^3$	1.000
Mega	$2^{20}$	1.048.576	$10^6$	1.000.000
Giga	$2^{30}$	1.073.741.824	$10^9$	1.000.000.000
Tera	$2^{40}$	1.099.511.627.776	$10^{12}$	1.000.000.000.000

Diferența dintre valorile binare și cele zecimale corespunzătoare crește pe măsură ce numerele devin mai mari. De exemplu, diferența dintre un KB binar și unul zecimal este de numai 2,4%, dar această diferență crește la 4,8% pentru un MB și la 7,4% pentru un GB.

În multe domenii ale calculatoarelor se utilizează numai unitățile de măsură binare. De exemplu, o memorie RAM de 64 MB înseamnă întotdeauna  $64 \times 1.048.576$  octeți. În alte domenii, se utilizează numai unitățile de măsură zecimale. De exemplu, un modem de 28,8 K funcționează la 28.800 biți pe secundă. Însă, în cazul unităților de discuri unele firme producătoare și unele programe utilizează unități de măsură binare pentru exprimarea capacității, iar altele utilizează unități de măsură zecimale. Prescurtarea utilizată este aceeași (MB sau GB), astfel încât este dificil să se determine care unitate de măsură este utilizată. Totuși, de obicei capacitatea este raportată în unități zecimale, deoarece valorile rezultate sunt mai mari, ceea ce creează impresia unei capacități mai ridicate.

Cele două tipuri de unități de măsură reprezintă de asemenea sursa confuziilor legate de discurile de 2,1 GB (zecimali) și de limita de 2 GB a dimensiunii partițiilor DOS. Capacitatea acestor discuri, exprimată în unități binare, este de 1,96 GB. Deoarece DOS utilizează unități de măsură binare, întregul conținut al acestor discuri poate fi plasat într-o singură partiție. Un alt exemplu este bariera de capacitate impusă de BIOS pentru discurile IDE/ATA, care este de 504 MB (binari) sau 528 MB (zecimali).

## 5.7.2. Densitatea de suprafață

Densitatea de suprafață (*areal density*) a unei unități de discuri indică numărul de biți care se pot înregistra pe unitatea de suprafață a platanelor unității de discuri. Această densitate reprezintă principalul indicator al îmbunătățirilor tehnologice pentru industria unităților de discuri, fiind o măsură a eficienței tehnologiei de înregistrare. Prin creșterea densității de suprafață va crește capacitatea acestor unități, considerând același spațiu fizic disponibil. De asemenea, această densitate are impact asupra timpului de poziționare și a ratei de transfer, deci asupra performanțelor de viteză ale unităților.

Densitatea de suprafață constă din două componente:

- *Densitatea pistelor*

Această componentă măsoară numărul de piste pe unitatea de lungime, fiind exprimată de obicei în piste pe inch (*tpi - tracks per inch*). Densitatea pistelor influențează timpul de poziționare, deoarece cu cât pistele sunt mai apropiate unele de altele, cu atât este necesar un timp mai redus pentru căutarea unei piste.

- *Densitatea biților*

A doua componentă este densitatea biților pe o pistă, numită și *densitate liniară*, fiind măsurată de obicei în biți pe inch (*bpi - bits per inch*). O altă unitate de măsură utilizată este numărul schimbărilor de flux pe inch (*fci - flux changes per inch*). Această componentă are impact atât asupra ratei de transfer, care este proporțională cu densitatea biților, cât și asupra timpului de poziționare. Impactul asupra timpului de poziționare se datorează faptului că, în cazul unei densități ridicate, la citirea unui volum mare de date sunt necesare mai puține comutări între capete și schimbări ale cilindrilor comparativ cu cazul unei densități mai reduse.

Densitatea de suprafață se definește prin produsul dintre densitatea pistelor și densitatea biților, unitatea de măsură obișnuită fiind  $\text{Mbiți}/\text{inch}^2$ . Unitățile actuale au densități de suprafață cuprinse între  $2.000 \text{ Mbiți}/\text{inch}^2$  și  $3.500 \text{ Mbiți}/\text{inch}^2$ . De exemplu, unitățile de discuri *Seagate* din familia *Barracuda 50* au o densitate a pistelor de  $12.905 \text{ tpi}$  (aproximativ 508 piste pe mm), o densitate liniară de  $252.000 \text{ bpi}$  (aproximativ 9921 biți pe mm), rezultând o densitate de suprafață de  $3.252 \text{ Mbiți}/\text{inch}^2$ .

Creșterea densității de suprafață a unităților de discuri este dificilă, necesitând numeroase îmbunătățiri tehnologice și modificări ale diferitelor componente ale unităților. Pe măsură ce datele sunt înregistrate la distanțe mai

mici unele de altele, pot apare interferențe între biții alăturați. Această problemă se rezolvă de obicei prin reducerea intensității câmpurilor magnetice înregistrate pe disc, ceea ce creează însă alte probleme. De exemplu, trebuie să se asigure că sensibilitatea capetelor de citire este suficientă, și că acestea se află la o distanță suficient de apropiată de suprafață pentru a detecta câmpurile magnetice de pe disc. Pentru creșterea densității de suprafață trebuie efectuate îmbunătățiri continue ale stratului magnetic de pe platane, ale sistemului de poziționare, ale capetelor de citire/scriere și a electronicii de control. Densitatea de suprafață (și deci capacitatea unităților de discuri) se dublează la fiecare doi sau trei ani.

### 5.7.3. Factori interni de performanță

Procesul de citire sau de scriere a datelor cuprinde două etape: operațiile executate de unitatea de discuri și cele executate de interfață. Factorii interni de performanță se referă la prima etapă, și acești factori nu sunt influențați de interfața cu sistemul sau de alte părți ale sistemului. Pe lângă acești factori, există factori externi de performanță, care se referă la operațiile executate de interfață. Factorii externi de performanță sunt prezentați în secțiunea 5.7.4.

#### 5.7.3.1. Factori de poziționare și de transfer

Operațiile executate de o unitate de discuri se pot împărți în două categorii: cele pentru poziționarea capului de citire/scriere și cele de citire sau de scriere a datelor. Cele două categorii reprezintă operațiile de *poziționare*, respectiv de *transfer*. Ambele categorii de operații influențează performanțele globale ale unității, existând factori interni de performanță specifici pentru fiecare categorie.

Categoria de factori a căror influență este mai importantă depinde de modul de utilizare a unității. În cazul unui server, unitatea de discuri va executa numeroase accesuri aleatoare la fișierele de pe disc, factorii de performanță ai poziționării fiind foarte importanți. În cazul unui calculator utilizat pentru operații multimedia, la care trebuie citite fișiere de dimensiuni mari, factorii de performanță ai transferului sunt mai importanți.

Factorii de performanță ai poziționării care vor fi prezentați în continuare sunt următorii:

- Timpul de căutare;
- Latența;
- Timpul de acces;
- Timpul de comutare a capetelor;
- Timpul de comutare între piste;

- Viteza de rotație.

Factorii de performanță ai transferului sunt următorii:

- Rata internă de transfer a datelor;
- Viteza de rotație.

Unii factori de performanță influențează atât timpul de poziționare, cât și rata internă de transfer. Un asemenea factor este viteza de rotație. Pe lângă factorii amintiți, există și alți factori sau caracteristici care influențează performanțele unităților de discuri. O asemenea caracteristică este densitatea de suprafață, care influențează atât timpul de poziționare, cât și rata de transfer, după cum s-a descris în secțiunea 5.7.2.

### 5.7.3.2. Timpul de căutare

Timpul de căutare (*seek time*) reprezintă timpul necesar pentru deplasarea capetelor de citire/scriere de la o pistă la alta. Acesta este unul din cei mai importanți factori de poziționare ai unităților de discuri. Timpul de căutare se exprimă în milisecunde, pentru majoritatea unităților moderne acest timp fiind cuprins între 8 și 12 ms.

La calculatoarele PC actuale, o milisecundă reprezintă un timp semnificativ. Un procesor care funcționează la 300 MHz poate executa, teoretic, 300.000 instrucțiuni într-o milisecundă. Reducerea timpului de poziționare cu câteva milisecunde poate avea ca efect o creștere semnificativă a performanțelor sistemului, deoarece de multe ori sistemul așteaptă în acest timp terminarea operației de I/E de către unitatea de discuri.

Utilizarea acestui indicator de performanță pentru compararea unităților de discuri poate fi însă problematică. Prima problemă este că nu există un mod standard pentru raportarea acestui indicator. Cei mai mulți producători specifică un singur timp de căutare pentru o anumită unitate de discuri. O singură valoare nu poate fi însă reprezentativă pentru o unitate, deoarece timpul necesar deplasării capetelor de la o pistă la alta depinde de distanța dintre piste. De aceea, mulți producători raportează un *timp mediu de căutare* pentru o unitate. Modul în care este determinată această valoare medie diferă însă de la un producător la altul. O posibilitate de determinare a acestui indicator este execuția unui număr mare de operații de poziționare aleatoare și împărțirea timpului rezultat cu numărul poziționărilor executate. Un alt mod de a determina timpul mediu de căutare, utilizat de numeroși producători, constă în măsurarea timpului necesar deplasării capetelor de citire/scriere deasupra unei treimi din numărul total de cilindri.

Alți producători furnizează mai multe informații despre timpul de căutare. De exemplu, aceste informații mai detaliate pot conține următoarele specificații:

- Timpul mediu de căutare, reprezentând media timpilor de poziționare de pe o pistă aleatoare la oricare altă pistă.
- Timpul de căutare pentru trecerea de la o pistă la o altă pistă adiacentă. Acest timp este identic cu timpul de comutare între piste, fiind cuprins de obicei între 2 și 4 ms, în unele cazuri fiind de numai 1 ms.
- Timpul de căutare pentru trecerea de la pista cea mai interioară la pista cea mai exterioară. Acest timp poate fi de ordinul a 20 ms.

A doua problemă legată de utilizarea acestui indicator pentru compararea unităților de discuri este că pentru un număr mare de unități timpii de căutare sunt aproape identici, ceea ce nu permite diferențierea lor. Unitățile cele mai performante au timpi medii de căutare care diferă între ei cu 1 ms sau cu mai puțin.

Deși timpul de căutare este un factor important de performanță, reprezintă doar o componentă a performanțelor globale ale unităților de discuri. Există situații în care importanța acestui factor este redusă. De exemplu, în cazul în care se citesc blocuri contigue de dimensiuni mari de pe disc, timpul mediu de căutare este mult mai puțin important decât rata de transfer a unității sau timpul de comutare între cilindri.

### 5.7.3.3. Latența

Latența (*latency*) este timpul mediu necesar pentru ca un anumit sector să ajungă în dreptul capului de citire/scriere după poziționarea acestuia pe pista corectă. Latența se exprimă în milisecunde, valoarea acesteia fiind dependentă de viteza de rotație a platanelor. Cu cât viteza de rotație este mai mare, cu atât sectorul cerut se va roti mai rapid în dreptul capului de citire/scriere, și deci latența va fi mai redusă. În medie, latența va fi egală cu timpul necesar unei semirotații a discului. În tabelul 5.8 se indică latența medie și cea corespunzătoare cazului cel mai defavorabil pentru diferite viteze de rotație ale unităților de discuri.

**Tabelul 5.8.** Latența medie și cea maximă pentru diferite viteze de rotație.

Viteza de rotație (RPM)	Latența medie (ms) (Semirotație)	Latența maximă (ms) (Rotație completă)
3.600	8,3	16,7
4.500	6,7	13,3
5.200	5,8	11,5
5.400	5,6	11,1
6.300	4,8	9,5
7.200	4,2	8,3
10.000	3,0	6,0

Reducerea latenței poate îmbunătăți în mod semnificativ performanțele sistemului. Acesta este motivul pentru care noile unități de discuri au viteze de rotație din ce în ce mai ridicate. Însă, ca și în cazul timpului de poziționare, latența este importantă numai pentru anumite tipuri de accesuri, și anume pentru accesul aleator la fișierele de pe disc. În cazul citirii unor blocuri mari de date, latența este un factor relativ minor, deoarece apare numai la citirea primului sector al fișierului. La discurile moderne, decalarea pentru comutarea între capete și între cilindri este prevăzută pentru reducerea latenței.

#### **5.7.3.4. Timpul de acces**

Accesul la un anumit sector pentru citire sau scriere necesită deplasarea capetelor de citire/scriere pe cilindrul corect și așteptarea rotirii sectorului în dreptul capului de citire/scriere. Viteza celor două operații este măsurată de timpul de căutare, respectiv latența. Prin însumarea celor două metrici rezultă o nouă metrică, numită *timp de acces*. Și în acest caz se poate utiliza o valoare medie. Timpul mediu de acces reprezintă suma dintre timpul mediu de căutare și latența.

În cazul unităților de discuri, această metrică este mai puțin utilizată decât timpul de căutare. Timpul de acces este utilizat mai frecvent în cazul unităților CD-ROM.

#### **5.7.3.5. Timpul de comutare a capetelor**

Pentru creșterea eficienței, unitățile de discuri utilizează mai întâi toate pisteles dintr-un cilindru atunci când execută o citire sau scriere secvențială, deoarece astfel se evită deplasarea fizică a capetelor pe un nou cilindru. Comutarea între capete este un proces electronic, care necesită un timp mai redus de-

cât o deplasare mecanică. Timpul necesar acestei comutări este numit *timp de comutare a capetelor (head switch time)*.

De multe ori, acest timp nu este specificat. Comparativ cu alte metrice de performanță, timpul de comutare a capetelor este mai puțin important. Totuși, în cazul unei unități cu un număr mare de platane care execută citirea sau scrierea unui bloc de dimensiuni mari, comutarea între capete se va executa mult mai frecvent decât comutarea între piste.

### 5.7.3.6. Timpul de comutare între piste

*Timpul de comutare între piste (track switch time)*, numit și *timp de comutare între cilindri*, indică timpul necesar deplasării capetelor de citire/scriere de la un cilindru la un alt cilindru adiacent. Acest timp este un caz special al timpului de căutare, atunci când poziționarea se realizează pe o pistă adiacentă.

Timpul de poziționare între piste este un indicator important, deoarece la prelucrarea fișierelor de dimensiuni mari poziționarea pe pistele adiacente se realizează mult mai frecvent decât poziționarea aleatoare. Chiar și în cazul unui transfer continuu de dimensiuni mari, capetele trebuie deplasate de la o pistă la alta. Chiar și la unitățile de discuri de mare densitate, capacitatea unui cilindru nu depășește de obicei 1 MB, ceea ce înseamnă că citirea sau scrierea unor fișiere de dimensiuni mari implică numeroase comutări între cilindri.

### 5.7.3.7. Rata internă de transfer a datelor

*Rata internă de transfer* este rata cu care unitatea citește datele de pe suprafața platanelor și le transferă în memoria sa *cache* sau în bufferul de citire. Această rată este diferită de rata cu care datele sunt transmise din bufferul de citire către sistem prin intermediul interfeței, care este rata externă de transfer a datelor.

Rata internă de transfer a datelor, care este rata reală cu care datele pot fi citite de pe disc, este numită adesea rata *susținută* de transfer, în timp ce rata externă este numită rata *la vârf*. Motivul este că rata externă este de obicei mult mai ridicată decât rata internă. Astfel, atunci când datele cerute se află deja în buffer, unitatea le poate transmite prin interfață la o rată mai ridicată. Bufferul are însă o dimensiune redusă (mai mică de 1 MB în cele mai multe cazuri) comparativ cu dimensiunea discului, astfel încât pentru o citire susținută trebuie accesat discul, iar rata globală de transfer va scădea la rata internă.

Chiar și rata internă de transfer are mai multe valori. Unitățile de discuri nu își pot menține rata susținută de transfer pe o perioadă prelungită de timp, deoarece această rată este obținută doar în anumite condiții: citirea unui număr mic de sectoare consecutive din zona exterioară a platanelor. În mod



obișnuit, citirea datelor implică poziționarea pe diferite piste ale discului, utilizarea unor capete de citire/scriere diferite etc., astfel încât citirea unui volum relativ mare de date nu se va executa la rata maximă susținută de transfer indicată în specificații.

Pentru calcularea ratei de transfer a datelor este necesară cunoașterea unor specificații importante ale unității. Rata de transfer este o măsură a volumului de date care trec prin dreptul capului de citire/scriere într-o secundă. Aceasta depinde de densitatea liniară a datelor și de viteza de rotație a discului. Densitatea datelor poate fi calculată simplu dacă se cunoaște numărul de sectoare de pe pistă, deoarece se cunoaște numărul de octeți dintr-un sector. Numărul de sectoare pe pistă trebuie să fie cel real, și nu cel logic. Viteza de rotație a discului este exprimată în rotații/minut (RPM), astfel încât aceasta trebuie împărțită la 60 pentru a se obține numărul de rotații pe secundă. Rezultă că rata maximă de transfer, exprimată în milioane de biți pe secundă (Mbiți/s), se poate calcula cu următoarea formulă:

$$\text{Rata de transfer} = (\text{RPM}/60 * \text{Sectoare pe pistă} * 512 * 8)/1.000.000$$

Deoarece unitățile moderne utilizează înregistrarea zonată, pistele interioare au un număr mai redus de sectoare pe pistă decât cele exterioare. Rata de transfer este proporțională cu numărul de sectoare pe pistă, deci rata de transfer pentru zonele exterioare poate fi aproape dublă față de rata de transfer pentru zonele interioare. Ca exemplu se consideră unitățile de discuri *Quantum Fireball EX*, pentru care zonele și ratele de transfer specificate au fost prezentate în secțiunea 5.6.2.3. Zona exterioară (zona 1) utilizează 349 sectoare pe pistă, iar viteza de rotație este de 5400 RPM. Rezultă pentru această zonă o rată de transfer de 128,65 Mbiți/s sau 16,08 MB/s. Pentru zona interioară (zona 15), care utilizează 208 sectoare pe pistă, rezultă o rată de transfer de 76,67 Mbiți/s sau 9,58 MB/s. Aceste valori sunt egale cu valoarea maximă, respectiv cea minimă specificată de producător, de 128,6 Mbiți/s, respectiv 76,6 Mbiți/s.

În secțiunea consacrată înregistrării zonate (secțiunea 5.6.2.3), rata de transfer specificată pentru zona 1 a unităților de discuri *Quantum Fireball EX* este de 171,29 Mbiți/s (Tabelul 5.4), care este substanțial mai ridicată decât valoarea calculată de 128,6 Mbiți/s. Unul din motive este că pentru valoarea calculată au fost luate în considerare numai datele utile citite de pe disc, 512 octeți pe sector. Fiecare sector conține însă și 288 biți (36 octeți) pentru codul ECC, astfel că numărul total de octeți dintr-un sector este de 548. Cu acest număr rezultă o rată de transfer de 137,7 Mbiți/s. Diferența până la 171,29 Mbiți/s se datorează structurilor de control utilizate de unitate.

Atunci când se compară ratele de transfer specificate și cele calculate, trebuie să se ia în considerare faptul că există probleme legate de modul real în care diferitele programe de test măsoară ratele de transfer. Unele din aceste probleme sunt următoarele:

- **Variații datorate înregistrării zonate**

După cum s-a arătat, rata de transfer depinde în mare măsură de zona pentru care se calculează. Cei mai mulți producători specifici rata maximă de transfer, cea corespunzătoare zonei exterioare de pe disc. Unii producători specifică valoarea maximă și cea minimă, iar alții specifică o valoare medie. Dacă se realizează o măsurare cu un program de test, rata de transfer raportată variază în funcție de zona de pe disc care este utilizată, pe baza gradului de umplere a discului.

- **Efecte ale structurilor de control**

Rata de transfer trebuie specificată ținând cont numai de zona de date a utilizatorului din fiecare sector. Anumite măsurători se bazează pe rata de transfer a tuturor biților citiți de pe disc, inclusiv a codului ECC. Prin utilizarea unui număr mai mare de biți pentru codul ECC, crește fiabilitatea, dar nu crește rata cu care se transferă datele utilizatorului.

- **Efecte ale memoriei cache**

Anumite programe de test măsoară de fapt doar rata de transfer din bufferul de citire sau memoria *cache* a unității la sistem. Aceasta este rata externă de transfer sau rata de transfer a interfeței, care este diferită de rata internă de transfer (dar este limitată de aceasta).

- **Fragmentarea fișierelor**

Rata de transfer este diferită pentru un fișier de dimensiuni mari care este amplasat în mod contiguu pe disc și un fișier care este fragmentat. Dacă fișierul este fragmentat, datele nu sunt transferate din sectoare consecutive. Fiecare fragment al fișierului necesită o poziționare suplimentară la zona de început a următorului fragment, ceea ce încetinește transferul și introduce alți factori în cadrul măsurării performanțelor.

### **5.7.3.8. Viteza de rotație**

Viteza de rotație a unității nu este un factor de performanță în sine, dar este o caracteristică a unității care este importantă pentru determinarea performanțelor globale ale acesteia. Practic în toate cazurile o unitate cu o viteză de rotație mai mare oferă performanțe mai bune față de o unitate cu o viteză de

rotație mai mică. Această caracteristică poate fi chiar mai utilă decât unii factori de performanță specificați, ca de exemplu timpul de căutare al unității.

Motivul pentru care viteza de rotație este importantă este că influențează în mod direct atât timpul de căutare, cât și rata de transfer. Impactul asupra timpului de căutare se realizează prin reducerea latenței; impactul asupra ratei de transfer este direct, deoarece capul de citire poate realiza citirea numai cu rata corespunzătoare trecerii datelor prin dreptul capului. Aceasta înseamnă că unitățile cu viteze de rotație mai mari vor avea performanțe mai ridicate, indiferent dacă ele se utilizează pentru un număr mare de accesuri aleatoare, sau pentru citirea unor blocuri contigue de dimensiuni mari de pe disc.

#### **5.7.4. Factori externi de performanță**

Pe lângă factorii interni de performanță, care depind numai de posibilitățile unității de discuri, trebuie să se ia în considerare și factorii externi de performanță, care depind de modul în care unitatea interacționează cu alte componente ale sistemului. Cel mai important factor extern de performanță este viteza interfeței dintre unitatea de discuri și sistemul de calcul.

În această secțiune se prezintă factori externi care afectează performanțele unei unități de discuri conectate la un sistem de calcul. Unii din acești factori depind numai de sistem, astfel încât ei pot fi diferiți pentru aceeași unitate conectată la sisteme diferite.

##### **5.7.4.1. Rata externă de transfer a datelor**

*Rata externă de transfer* este viteza cu care datele pot fi transferate între memoria sistemului și memoria *cache* sau bufferul din cadrul unității de discuri. Această rată este de obicei mai mare decât rata internă de transfer, deoarece transferul extern implică numai operații electronice, care sunt mult mai rapide decât operațiile mecanice implicate în accesul datelor de pe platinile discului. Acesta este motivul principal pentru care discurile moderne au un buffer intern.

Deoarece pentru transferuri scurte rata externă poate fi mult mai mare decât rata internă de transfer, rata externă se mai numește *rata la vârf*, spre deosebire de rata internă, care se mai numește *rata susținută* de transfer. De asemenea, rata externă de transfer se numește uneori *rata de transfer a interfeței*.

Rata externă de transfer este dictată în principal de tipul interfeței utilizate și de modul în care operează interfața. Există două condiții pentru operarea într-un anumit mod: modul respectiv trebuie să fie acceptat atât de unitate, cât și de sistem (aceasta însemnând de obicei BIOS-ul și setul de circuite al sistemului). Pentru utilizarea modurilor de viteză ridicată este necesar de asemenea ca transferul să se realizeze printr-o magistrală sistem de viteză ridicată, ca VL Bus sau PCI, majoritatea sistemelor actuale îndeplinind această condiție.

Actualmente, cele mai utilizate interfețe pentru discurile fixe sunt IDE/ATA și SCSI (ca și îmbunătățirile acestora). Interfața IDE utilizează două moduri de transfer: PIO (transfer programat) și DMA (transfer prin acces direct la memorie). În Tabelul 5.9 se prezintă o comparație între ratele de transfer maxime teoretice ale diferitelor tipuri de interfețe și ale diferitelor moduri de operare ale acestora.

**Tabelul 5.9.** Ratele maxime de transfer ale diferitelor interfețe.

<b>Interfață</b>	<b>Mod</b>	<b>Rata de transfer teoretică (MB/s)</b>
IDE/ATA	Cuvânt DMA 0	2,1
IDE/ATA	PIO 0	3,3
IDE/ATA	Cuvânt DMA 1	4,2
IDE/ATA	Multicuvânt DMA 0	4,2
SCSI	-	5,0
IDE/ATA	PIO 1	5,2
IDE/ATA	PIO 2	8,3
IDE/ATA	Cuvânt DMA 2	8,3
Wide SCSI	-	10,0
Fast SCSI	-	10,0
EIDE/ATA-2	PIO 3	11,1
EIDE/ATA-2	Multicuvânt DMA 1	13,3
EIDE/ATA-2	PIO 4	16,6
EIDE/ATA-2	Multicuvânt DMA 2	16,6
Fast Wide SCSI	-	20,0
Ultra SCSI	-	20,0
Ultra ATA	Multicuvânt DMA 3 (DMA-33)	33,3
Ultra Wide SCSI	-	40,0
Ultra2 SCSI	-	40,0
Ultra ATA/66	DMA-66	66,0
Ultra2 Wide SCSI	-	80,0
Ultra3 Wide SCSI	-	160,0
Ultra 160/m SCSI	-	160,0

Pentru performanțe ridicate, este important ca rata de transfer externă să fie mai mare decât rata de transfer internă a unității. În caz contrar, unitatea nu este utilizată la posibilitățile sale maxime și este necesară modernizarea interfeței. Diferența dintre valoarea ratei de transfer externe și a celei interne este utilă numai dacă datele care trebuie citite de pe disc se află deja în bufferul unității. De obicei, producătorii unităților de discuri scot în evidență viteza de transfer a interfeței, deși aceasta nu este caracteristica cea mai importantă. Noile unități sunt dotate cu interfețe Ultra ATA sau Ultra ATA/66, dar ratele de transfer ale acestor interfețe nu sunt exploatate decât în mică măsură de unitățile respective.

Există și o altă considerație, care se referă la numărul dispozitivelor care partajează interfața. Acest aspect este important mai ales pentru interfața SCSI, care permite conectarea unui număr mai mare de dispozitive pe magistrală. De exemplu, dacă un server care gestionează cereri simultane are patru unități de discuri cu interfață Ultra2 Wide SCSI, fiecare unitate având o rată internă de transfer de 16 MB/s, este posibil ca de multe ori magistrala SCSI să fie saturată.

#### **5.7.4.2. Factori de sistem**

Componentele unui sistem de calcul sunt interdependente, ceea ce face dificilă măsurarea separată a performanțelor unei componente. În cazul unităților de discuri, este practic imposibilă izolarea completă a acestora de restul sistemului, deoarece fiecare acces la aceste unități implică un transfer prin subsistemele principale de prelucrare.

Părțile principale ale sistemului de calcul care influențează în mod direct performanțele subsistemului de discuri sunt următoarele:

- **Procesorul**

Fiecare program de test pentru unitățile de discuri implică instrucțiuni care sunt executate de unitatea centrală a sistemului. Testarea aceleiași unități într-un sistem cu o unitate centrală mai rapidă va conduce la raportarea unor performanțe superioare. Aceasta se manifestă într-un mod mai accentuat la utilizarea unui mod de transfer care necesită intervenția procesorului, ca de exemplu modul PIO, care este utilizat în majoritatea cazurilor.

- **Placa de bază, magistrala sistem și setul de circuite**

O magistrală sistem mai rapidă va conduce la rate de transfer teoretice mai ridicate. Setul de circuite este cel care controlează magistrala, caracteristicile acestui set de circuite influențând

ratele de transfer pe magistrală, și deci performanțele unității de discuri.

- **BIOS**

BIOS-ul influențează performanțele unităților de discuri în mai multe moduri. În primul rând, BIOS-ul trebuie să permită modurile de transfer cu viteze ridicate. În al doilea rând, eficiența acestuia este un factor de performanță atunci când se apelează rutinele BIOS. În al treilea rând, unele BIOS-uri implementează caracteristici îmbunătățite, ca de exemplu modul de transfer pe blocuri, în timp ce altele nu implementează aceste caracteristici.

#### **5.7.4.3. Întârzierea datorită transmiterii comenzilor**

Fiecare transfer de la unitatea de discuri necesită transmiterea unui set de comenzi la unitate pentru selecția datelor care vor fi transferate și pentru controlul transferului. Transmiterea acestor comenzi va introduce o întârziere, ceea ce poate reduce performanțele.

La compararea interfețelor IDE/ATA și SCSI, întârzierea datorită transmiterii comenzilor reprezintă un aspect important. Interfața SCSI este mai inteligentă, dar și mai complexă, ceea ce înseamnă că trebuie efectuate mai multe operații pentru inițierea unui transfer. Rezultă că interfața SCSI poate fi mai lentă decât interfața IDE/ATA într-o configurație cu un singur utilizator, dar poate fi mult mai rapidă în cazul unui calculator care permite utilizatori multipli sau dispozitive multiple conectate la aceeași magistrală.

#### **5.7.4.4. Factori de performanță datorai sistemului de fișiere**

Există mai mulți factori legați de modul de organizare logică a discului și de sistemul de fișiere utilizat, factori care pot influența în mod semnificativ performanțele. Acești factori sunt independenți de tipul unității de discuri și vor avea un efect similar asupra oricărei unități. Se prezintă în continuare o parte din acești factori.

- **Structura fișierelor și dimensiunea clusterelor**

Atunci când se utilizează sistemul de operare DOS sau o variantă de *Windows* care utilizează structuri de fișiere bazate pe DOS, alegerea dimensiunii clusterelor are efect asupra performanțelor. În principiu, în cazul clusterelor de dimensiuni mai mari se pierde mai mult spațiu, dar în general se obțin performanțe mai bune, deoarece fragmentarea va fi mai redusă și o mai mare parte a fișierului se va afla în blocuri consecutive. De

asemenea, deoarece tabela de alocare a fișierelor are dimensiuni mai reduse, actualizarea acesteia necesită un timp mai redus. Similar, un sistem de fișiere care utilizează FAT32 va avea caracteristici de performanță diferite față de un sistem care utilizează FAT16.

- **Fragmentarea**

Un sistem de fișiere fragmentat conduce la reducerea performanțelor. Diferitele fragmente se pot afla în orice zonă a discului. Aceasta necesită căutări suplimentare la citirea unui fișier de dimensiuni mari. Defragmentarea unui disc foarte fragmentat va conduce la o anumită îmbunătățire a performanțelor.

- **Partiționarea**

Modul în care este partiționat discul poate afecta performanțele acestuia. Acest aspect este legat de dimensiunea clusterelor, deoarece partițiile mai mici înseamnă în general cluster de dimensiuni mai mari, și invers. Partiționarea este afectată și de înregistrarea zonată. Dacă se partiționează un disc în trei partiții, prima partiție va avea performanțele cele mai bune, deoarece utilizează cilindrii exteriori ai discului.

### **5.7.5. Calitatea și fiabilitatea**

Deși tehnologia utilizată pentru discurile fixe este foarte avansată, iar fiabilitatea discurilor moderne este foarte ridicată, la un moment dat aceste discuri se pot defecta. Există diferite moduri în care se pot defecta discurile fixe. Contactul accidental dintre capetele de citire/scriere și platane nu este singura cauză a defectării, și pentru discurile actuale aceasta nu este cauza cea mai obișnuită. Pot exista probleme și din cauza apariției unor sectoare defecte pe disc. Controlerul unității poate fi de asemenea cauza unei unități defecte. De aceea, este importantă înțelegerea indicatorilor de fiabilitate specificați de producători și interpretarea corectă a acestora.

#### **5.7.5.1. Durata de viață**

Una din specificațiile unităților de discuri este durata de viață a acestora, prevăzută de producător. Datorită tehnologiei extrem de precise care se utilizează la discurile fixe, chiar și pentru discurile de cea mai bună calitate, fiabilitatea nu poate fi garantată decât pentru câțiva ani. Durata de viață specificată pentru discurile moderne este cuprinsă de obicei între trei și cinci ani.

Acest indicator este în multe privințe mai important decât *timpul mediu între defectări* (MTBF), fiind de fapt specificat pentru a fi utilizat împreună cu indicatorul MTBF pentru a avea o imagine realistă a duratei de viață și a fiabilității unităților de discuri.

Durata de viață specificată a unităților este de cele mai multe ori mai mare decât perioada de garanție a acestora. De exemplu, durata de viață poate fi de cinci ani, iar perioada de garanție de numai trei ani. Perioada de garanție poate fi un indicator mai sigur al duratei de viață utile a unităților, deoarece producătorii nu vor garanta un produs pentru un număr de ani dacă se așteaptă să apară probleme în această perioadă.

Durata reală de viață a unităților de discuri este de obicei mult mai mare decât valoarea specificată. Chiar și pentru unitățile cu tehnologie mai vechi, pentru care fiabilitatea specificată nu este atât de ridicată ca cea a unităților actuale, durata de viață poate fi de 10-12 ani. Totuși, cu cât se depășește durata de viață specificată, cu atât șansele defectării cresc. De asemenea, condițiile de mediu și modul de utilizare a unităților influențează durata de viață a acestora.

#### **5.7.5.2. Fiabilitatea**

Unul din cei mai utilizați indicatori de fiabilitate este *timpul mediu între defectări* (MTBF - *Mean Time Between Failures*). Această valoare este măsurată de obicei în ore, pentru unitățile de discuri ea fiind cuprinsă între 200.000 și 800.000 ore sau chiar mai mult. Există confuzii legate de interpretarea acestui indicator.

MTBF este un indicator statistic teoretic, și nu real, deoarece valoarea acestui indicator nu poate fi dedusă din statisticile reale. Durata de viață a unităților de discuri este cu mult mai redusă decât valoarea specificată de indicatorul MTBF. De exemplu, dacă o unitate de discuri este utilizată 24 de ore din 24, într-un an cu 365 de zile unitatea va funcționa 8.760 de ore. Astfel, o unitate pentru care indicatorul MTBF este de 600.000 ore ar trebui să funcționeze 68,5 ani înainte de a se defecta.

Este imposibilă testarea unei unități pentru o perioadă de timp suficientă pentru ca indicatorul MTBF să se bazeze pe statistici reale. Pentru aceasta, ar trebui măsurată rata de defectare a unui eșantion de unități pentru un timp cel puțin dublu față de valoarea indicatorului MTBF. Pentru o acuratețe reală, ar trebui să se aștepte până când toate unitățile din eșantionul respectiv s-ar defecta, înregistrându-se timpul de funcționare pentru fiecare. Apoi, ar trebui să se calculeze media duratei de funcționare pentru unitățile eșantionului. Considerând o valoare raportată a indicatorului MTBF de 600.000 ore, unitățile ar trebui să funcționeze cel puțin 1,2 milioane de ore (137 ani) pentru ca măsurătoarea să fie precisă.



Indicatorul MTBF reprezintă o valoare medie estimată, pe baza testelor efectuate asupra unui număr mare de unități de discuri într-o perioadă mai scurtă de timp. Acest indicator trebuie utilizat împreună cu durata de viață estimată a unității, perioadă după care numărul defectelor datorate uzurii componentelor crește. Dacă valoarea MTBF este de 600.000 ore, iar durata de viață estimată este de 5 ani, aceasta înseamnă că un număr mare de unități care funcționează timp de 5 ani va acumula în medie 600.000 de ore de funcționare între două defectări. O altă interpretare poate fi următoarea: dacă se utilizează o singură unitate și aceasta este înlocuită la fiecare 5 ani cu o unitate identică, teoretic unitățile ar trebui să funcționeze timp de 68,5 ani înainte de apariția unui defect.

Durata de viață specificată a unei unități de discuri și perioada de garanție a acesteia pot fi considerați indicatori mai realști decât indicatorul MTBF pentru a estima calitatea și fiabilitatea unității.

### 5.7.5.3. Tehnologia SMART

În scopul prevenirii pierderii datelor datorită defectării unităților de discuri, unii producători au adăugat o logică în cadrul unităților, cu rolul de a acționa ca un sistem de avertisment în cazul apariției unor probleme ale unităților. Acest sistem este numit SMART (*Self-Monitoring Analysis and Report Technology*). Controlerul integrat al unității de discuri monitorizează diferite aspecte ale funcționării unității și pune la dispoziție informații de stare pentru programele care doresc testarea unității. Unul din programele cunoscute care monitorizează această stare este pachetul *Norton Utilities* al firmei *Symantec*.

Sistemul SMART funcționează prin monitorizarea anumitor caracteristici interne de performanță ale unității, și detectarea unor tendințe care indică o înrăutățire treptată a fiabilității, ceea ce poate indica o posibilă defectare a unității. Modul de implementare a acestui sistem depinde de producător și de caracteristicile specifice ale unității. De exemplu, sistemul SMART poate urmări numărul mediu de corecții ale erorilor prin codul ECC care trebuie executate pentru un sector citit de pe disc. Pe baza unor informații statistice și prin examinarea tendințelor în timp, este posibilă predicția apariției sectoarelor defecte sau a defectării complete a unității.

Utilitatea sistemului SMART este controversată. Una din problemele acestui sistem este că nu poate detecta anumite tipuri de defecte. De asemenea, în cazul în care acest sistem indică o posibilă defectare a unității în perioada de garanție, producătorul va trebui să înlocuiască unitatea. De aceea, este probabil ca producătorii să implementeze sistemul SMART în mod conservativ, pentru a fi siguri că o unitate care nu necesită o înlocuire nu va fi înlocuită datorită avertismentului sistemului. Aceasta ar limita utilitatea tehnicii SMART comparativ cu cazul în care implementarea s-ar realiza într-un mod mai agresiv.

### 5.7.6. Caracteristici ale unor unități de discuri

În încheierea acestei secțiuni, se prezintă în Tabelul 5.10 principalele caracteristici ale unor unități de discuri.

**Tabelul 5.10.** Caracteristici ale unor unități de discuri.

Caracteristică	Quantum Fireball EX 12.7 AT	Seagate Barracuda 50 LVD	Maxtor DiamondMax Plus 2500 91000D8
Capacitatea formatată	12,749 GB	50,01 GB	10 GB
Numărul de discuri	4	11	4
Viteza de rotație nominală	5.366 RPM	7.184 RPM	7.200 RPM
Piste pe suprafață (cilindri)	11.550	n.a.	10.022
Sectoare pe pistă	208 - 349	378 (valoare medie)	174 - 288
Octeți pe sector	512	512	512
Metoda de înregistrare	16/17 PRML	8/9 PRML	n.a.
Densitatea liniară maximă	230.833 fci	252.000 bpi	179.000 bpi
Densitatea pistelor	12.000 tpi	12.905 tpi	9.800 tpi
Densitatea de suprafață max.	2.607 Mbiți/in <sup>2</sup>	3.252 Mbiți/in <sup>2</sup>	1.754 Mbiți/in <sup>2</sup>
Timpul de poziționare mediu	11 ms (tipic) 13 ms (max.)	7,6/8,4 ms (citire/scriere)	9 ms
Timpul de poziționare între piste	2 ms	0,9/1,2 ms (citire/scriere)	1 ms (max.)
Rata de transfer internă	76,6 Mbiți/s (min.) 128,6 Mbiți/s (max.)	153 Mbiți/s (min.) 264 Mbiți/s (max.)	21,9 MB/s (max.)
Rata de transfer externă	16,7 MB/s (PIO) 33 MB/s (Ultra ATA)	40 MB/s (Ultra SCSI) 80 MB/s (Ultra2 SCSI)	33 MB/s
Dimensiunea bufferului	512 KB	1 MB (opțional 4 MB)	512 KB
MTBF proiectat	625.000 ore	1.000.000 ore	n.a.
Dimensiuni	25,4×101,6×146,1 mm	41,1×101,6×146,1 mm	25,9×102,1×146,6 mm