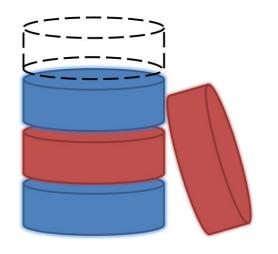
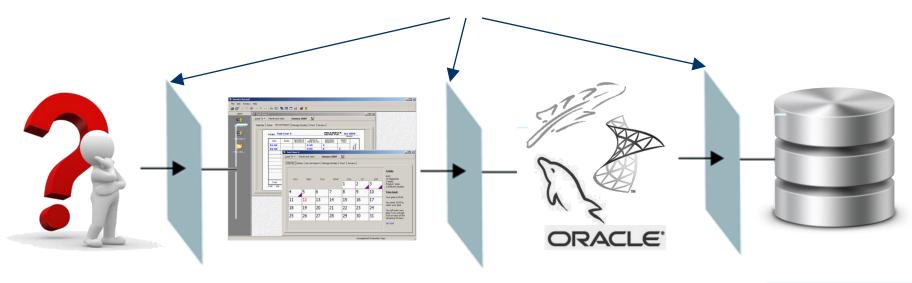
Structura fizică a bazelor de date



Nivelele de abstractizare





User

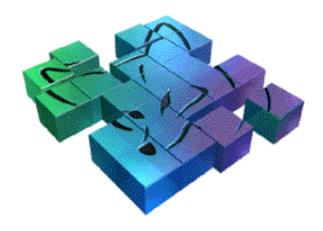
Application software

Database management system

Actual database

STUDENT

Name
Date of birth
Sex
CNP
Group



Structura fizică

Faculty.dbc

		_					
42	53	54	42	20	ze	30	37
20							
20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20
03	50	81	01	f0	06	4 f	52
4c	45	2d	49	44	01	14	3c
54	2d	4e	41	4d	45	01	13
45	5.4	24	4e	55	41	42	45

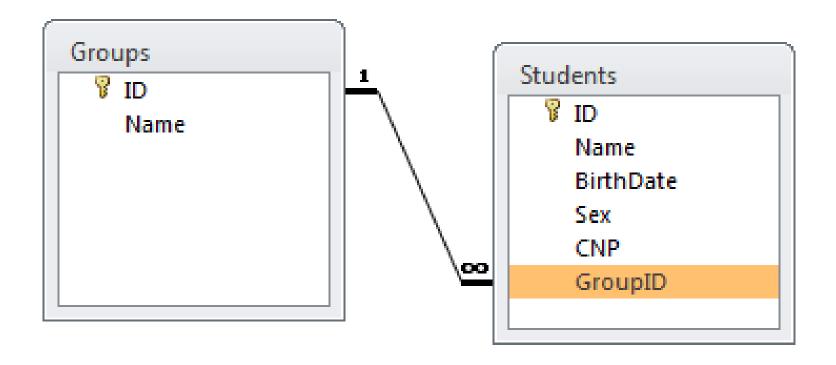
Students.dbf

20	20	20	2.4	E /	2.4	2	20
20	20	20	31	56	31	2e	30
38	31	39	32	44	65	66	61
61	67	65	20	53	65	74	20
20	20	20	20	20	20	20	20
20							
	20	20	20	20	20	20	20
20	00	ff	01	00	7с	80	00
45	41	44	45	52	34	0f	53
4e	55	4d	42	45	52	14	34
34	21	0a	20	20	20	20	20
42	53	54	42	20	2e	30	37
20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20
03	50	81	01	f0	06	4 f	52
4c	45	2d	49	44	01	14	3с
54	2d	4e	41	4d	45	01	13
45	54	24	4e	55	41	42	45

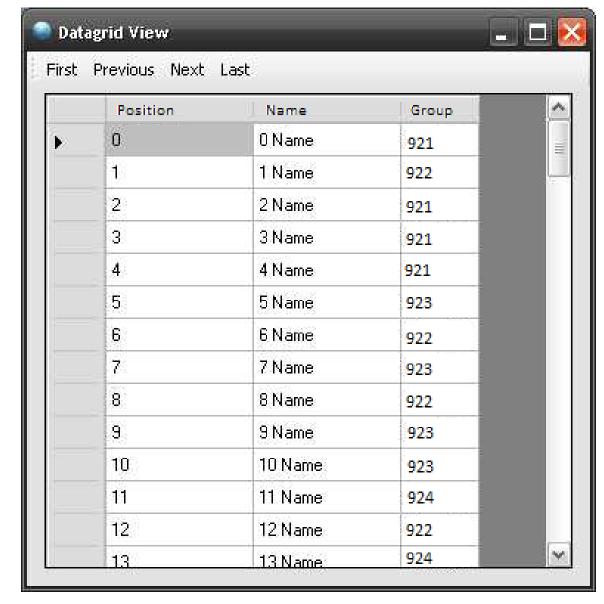
Groups.dbf

20	20	20	31	56	31	2e	30
38	31	39	32	44	65	66	61
61	67	65	20	53	65	74	20
20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20
20	00	ff	01	00	7с	80	00
45	41	44	45	52	34	0f	53
4e	55	4d	42	45	52	14	34
34	21	0a	20	20	20	20	20
42	53	54	42	20	2e	30	37
20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20
03	50	81	01	f0	06	4 f	52
4c	45	2d	49	44	01	14	3c
54	2d	4e	41	4d	45	01	13
45	54	24	4e	55	41	42	45

Structura conceptuală

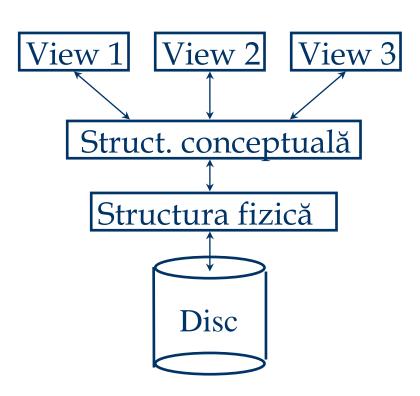


Vizualizare pentru utilizator



Nivelele de abstractizare

- Mai multe <u>structuri externe (views)</u>, câte o singură <u>structură conceptuală (logică)</u> și o <u>structură fizică (internă)</u>.
 - *Views* cum văd utilizatorii datele.
 - *Conceptual -* modelul logic compus din relații, atribute, etc
 - *Fizic* fișierele de date și indecși



Independența fizică a datelor

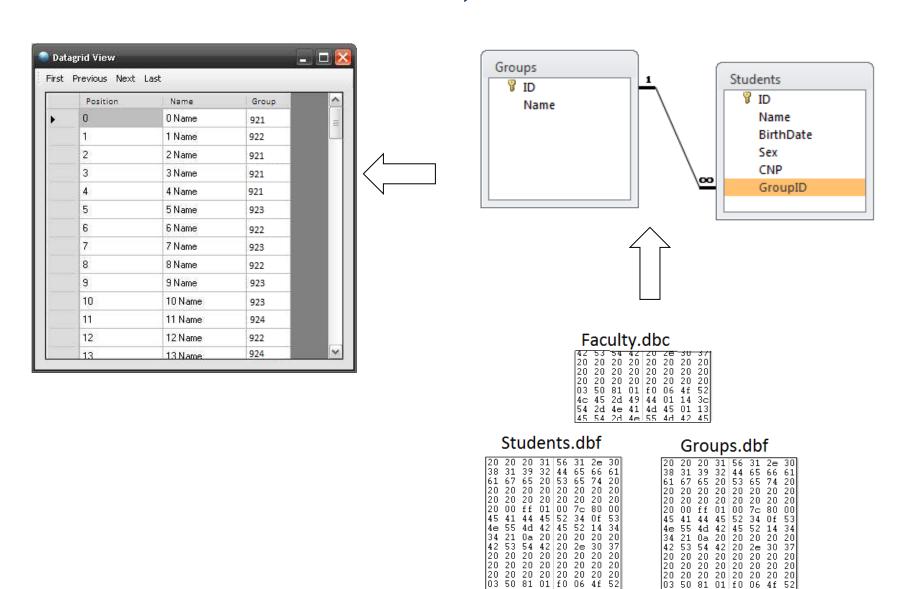
4c 45 2d 49 44 01 14 3c

54 2d 4e 41 4d 45 01 13 45 54 2d 4e 55 4d 42 45

20 20 20 20 20 20 20 20 03 50 81 01 f0 06 4f 52

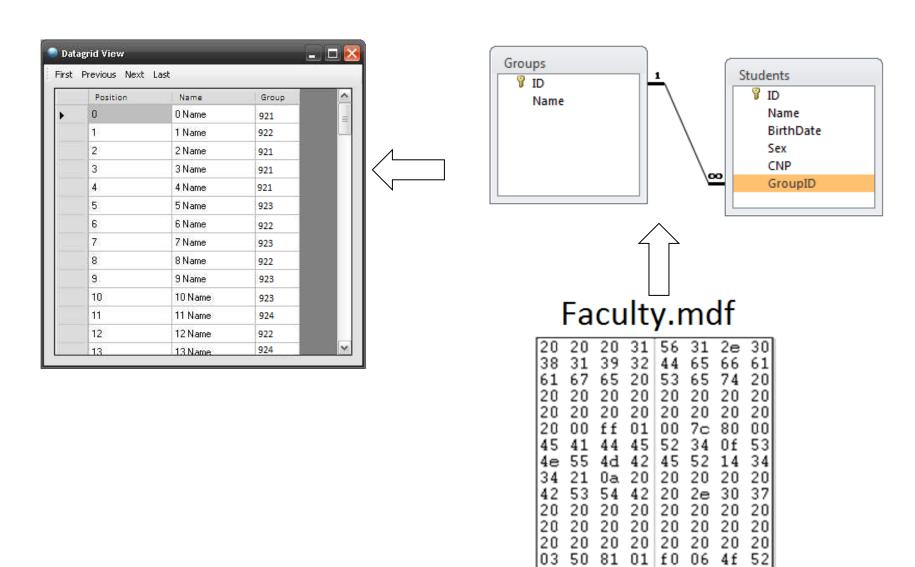
4c 45 2d 49 44 01 14 3c

54 2d 4e 41 4d 45 01 13 45 54 2d 4e 55 4d 42 45

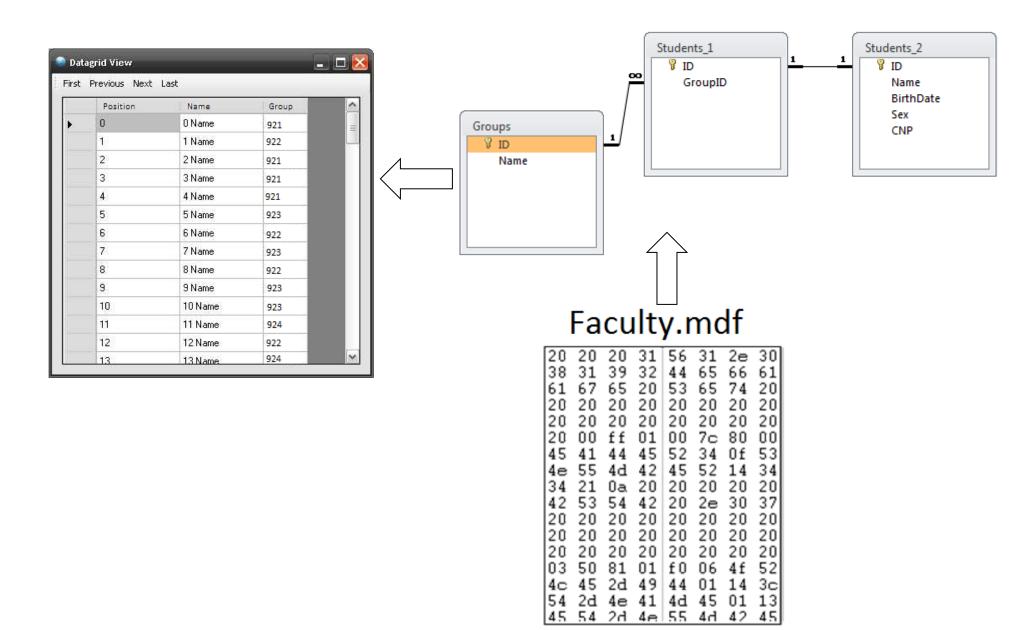


Independența fizică a datelor

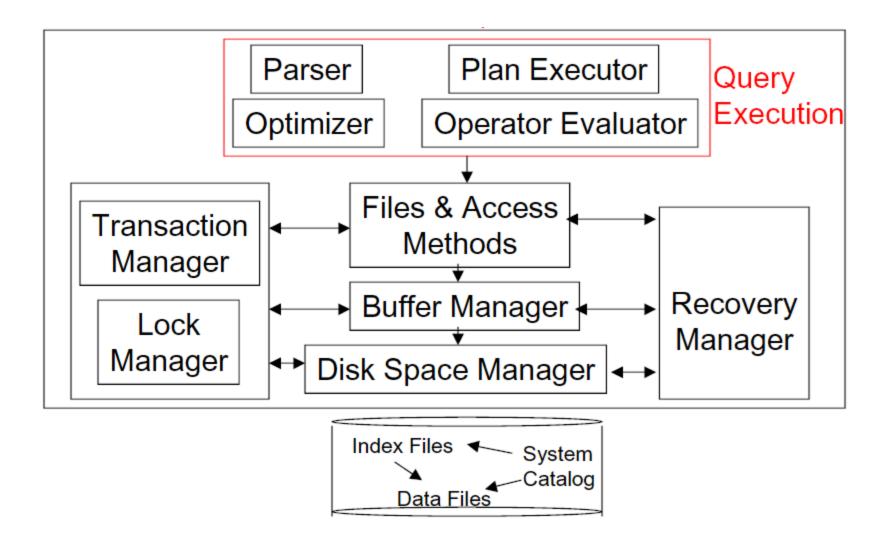
45 54 2d 4e|55 4d 42 45|



Independența logică a datelor



Structura unui SGBD



Structura fizică a fișierelor BD

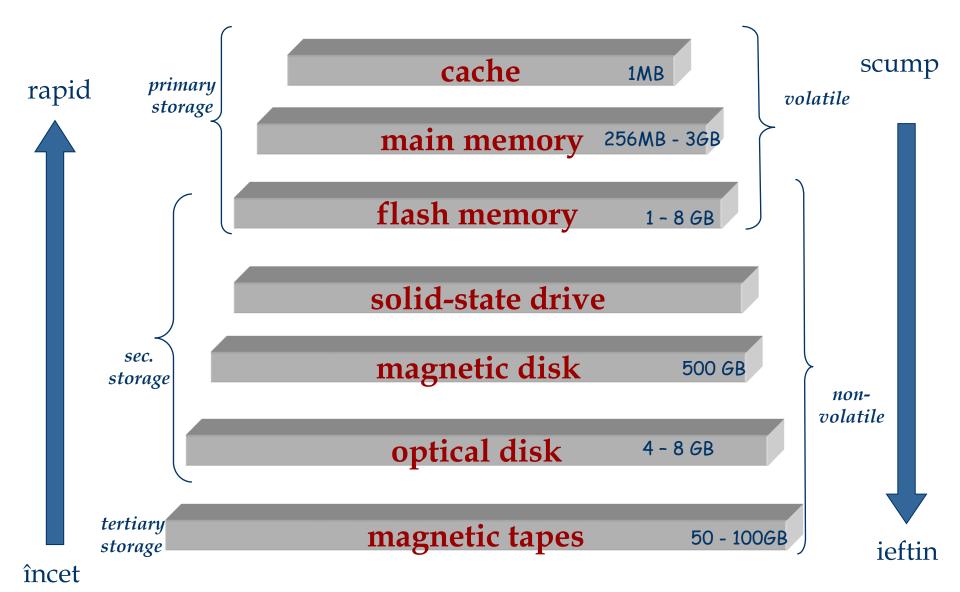
- SGBD-urile stochează informația pe disc magnetic
- Acest lucru are implicații majore în proiectarea unui SGBD!
 - READ: transfer date de pe disc în memoria internă
 - WRITE: transfer date din memoria internă pe disc

Ambele operații sunt costisitoare, comparativ cu operațiile *in-memory*, deci trebuie planificate corespunzător!

De ce nu stocăm totul în memoria internă?

- Răspuns (tipic):
 - Costă prea mult
 - Memoria internă este volatilă (datele trebuie să fie persistente)
- Procedură tipică("ierarhie de stocare")
 - RAM pentru datele utiliz. curent (*primary storage*)
 - Hard-disks pentru baza de date (secondary storage)
 - Bandă pentru arhivarea versiunilor anterioare ale datelor (*tertiary storage*)

Ierarhia mediilor de stocare



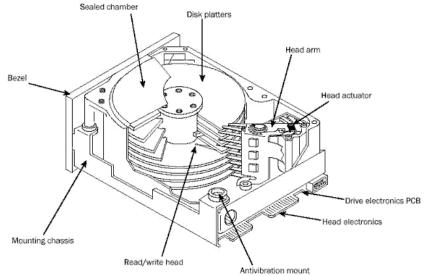
Legea lui Moore

- Gordon Moore: "Integrated circuits are improving in many ways, following an exponential curve that doubles every 18 months"
 - Viteza procesoarelor
 - Numărul de biți de pe un chip
 - Numărul de octeți (*bytes*) pe un hard disk
- Parametrii ce NU urmează legea lui Moore:
 - Viteza de accesare a datelor în memoria internă
 - Viteza de rotație a discului
- ⇒ Latența devine progresiv mai mare
 - Timpul de transfer între nivelele ierarhiei mediilor de stocare este tot mai mare în comparație cu timpul de calcul

Discuri magnetice

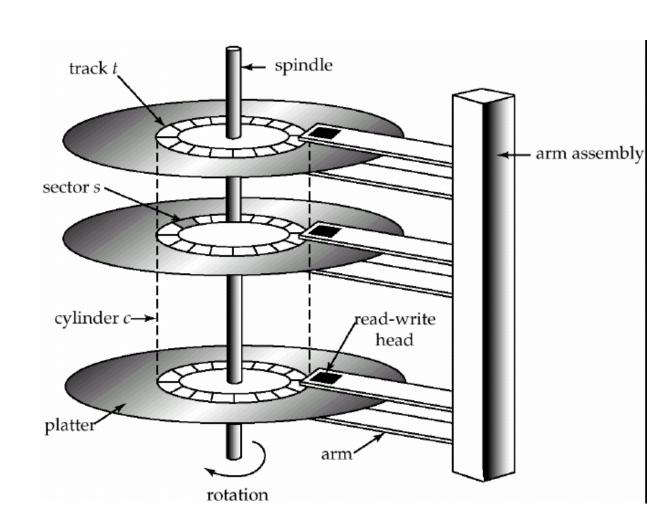
- Utilizat ca mediu de stocare secundar
- Avantaj major asupra benzilor: acces direct
- Datele sunt stocate şi citite în unități numite blocuri sau pagini.
- Spre deosebire de memoria internă, timpul de transfer blocurilor/paginilor variază în funcție de poziția acestora pe disc.

! Poziția relativă a paginilor pe disc are un impact major asupra perfomanței unui SGBD!



Componentele unui disc dur (hard disk)

- Rotația platanelor (90rps)
- Ansamblu de braţe ce se deplasează pentru poziţionarea capului magnetic pe pista dorită.
 Pistele aflate la aceeaşi distanţă de centrul platanelor formează un cilindru (imaginar!).
- Un singur cap citește/ scrie la un moment dat.
- Un bloc e un multiplu de sectoare (care e fix).



Accesarea unei pagini (bloc)

- Timp de acces (citire/scriere) a unui bloc:
 seek time (mutare braţ pentru poziţionarea capului de citire/scriere pe pistă)
 - rotational delay (timp poziționare bloc sub cap) transfer time (transfer date de pe/pe disc)
- Seek time și rotational delay domină.
 - *Seek time* variază între 1 și 20msec
 - Rotational delay variază între 0 și 10msec
 - *Transfer rate* e de aproximativ 1msec pe 4KB (pagină)
- Reducerea costului I/O: reducere seek/rotational delays!
- Soluții *hardware* sau *software*?

Aranjarea paginilor/blocurilor pe disc

- Conceptul de *next block*:
 - blocuri pe aceeași pistă, urmate de
 - blocuri pe același cilindru, urmate de
 - blocuri pe cilindri adiacenți
- Blocurile dintr-un fişier trebuie dispuse secvențial pe disc (`next'), pentru a minimiza seek delay și rotational delay.
- În cazul unei scanări secvențiale, citirea de pagini în avans (*pre-fetching*) este esențială!

RAID

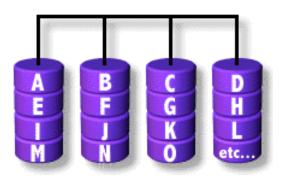
- *Disk Array*: configurație de discuri magnetice ce abstractizează un singur disc.
 - mult mai puțin costisitor; se utilizează mai multe discuri de capacitate mică și ieftine în locul unui disc de capacitate ridicată
- Scop: Creşterea performanței și fiabilității.
- Tehnici:

Data striping: distribuirea datelor pe mai multe discuri (în partiții prestabilite - striping unit)

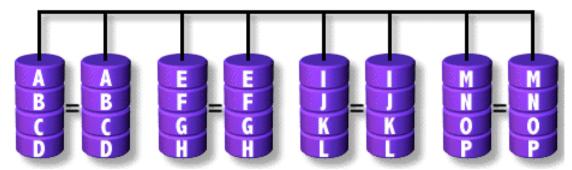
Mirroring: stocarea automată a unei copii a datelor pe alte discuri \rightarrow redundanță. Permite reconstruirea datelor în cazul unor defecte ale discurilor.

Nivele RAID

Nivel 0: Fără redundanță

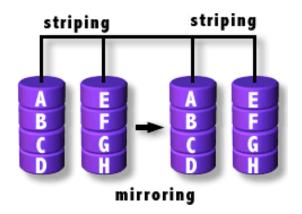


- Nivel 1: Discuri oglindite (mirrored)
 - Fiecare disc are o "oglindă" (check disk)
 - Citiri paralele, o scriere implică două discuri.
 - Rata maximă de transfer = rata de transfer a unui disc

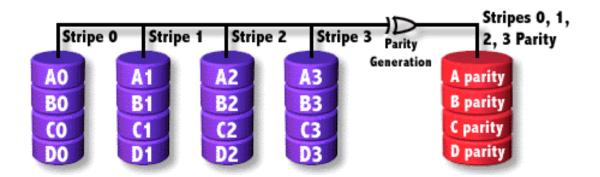


Nivele RAID

Nivel 0+1:Întrețesut și oglindit

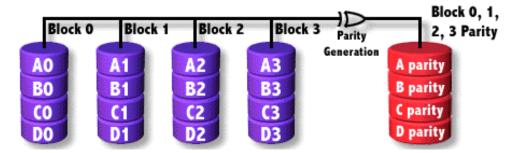


- Nivel 3: Bit de paritate intercalat
 - Striping Unit: un bit. un singur disc de verificare
 - Fiecare citire și scriere implică toate discurile

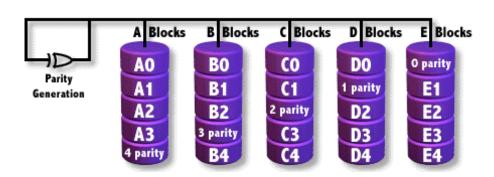


Nivele RAID

- Nivel 4: Block de paritate
 - *Striping unit*: un bloc. un singur disc de verificare.
 - Citiri în paralel pentru cereri de dimensiune mică
 - Scrierile implică blocul modificat și discul de verificare

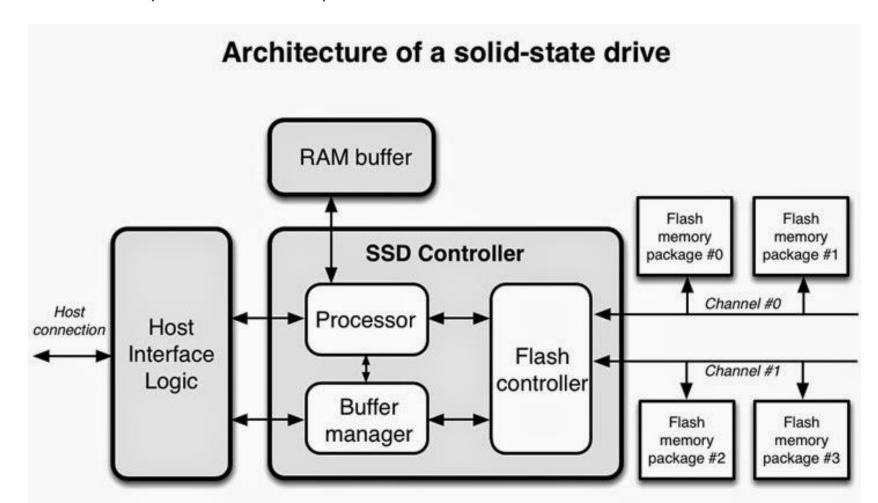


- Nivel 5: Bloc de paritate distribuit
 - Similar cu RAID 4,
 dar blocurile de paritate
 sunt distribuite pe toate
 discurile



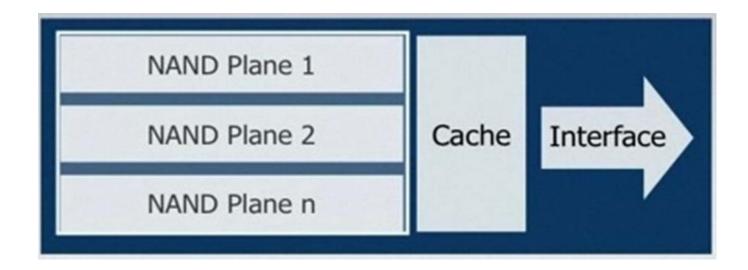
Solid State Drive

■ SSD-urile conţin mai multe componente NAND flash (16/32 GB)



Solid State Drive

- NAND Flash Media e format din mai multe celule NAND aranjate pe planuri multiple:
 - aceste planuri permit accesul paralel la NAND
 - permit, de asemenea, întrețeserea datelor
- Datele sunt trasnferate printr-un *cache*



Solid State Drive - Avantaje

- Latență foarte mică
 - seek time este zero
- Viteze mari de citire și scriere
- Mai robuste fizic
 - Rezistente la șocuri
 - Zero părți mobile
 - Silențioase
 - Consumă puţin
- Excelează la citiri/scrieri de dimensiuni reduse
- "Imun" la fragmentarea datelor

Solid State Drive - Dezavantaje

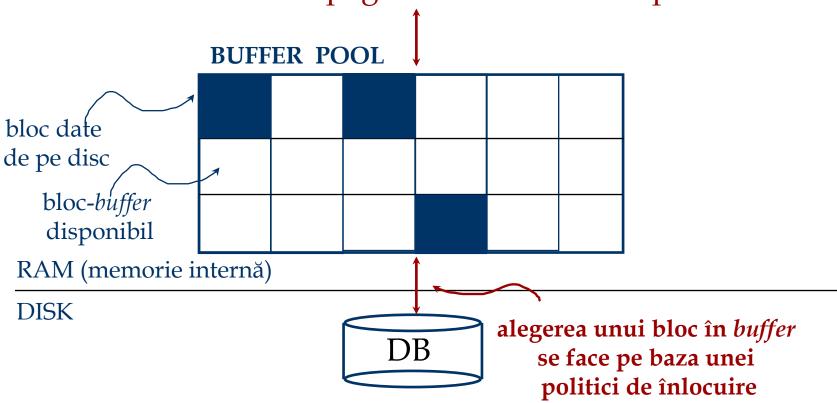
- Cost per GB mult mai mare comparativ cu discurile magnetice
- Dimensiuni
 - HDD 3.5" cu 4TB sunt relativ comune
 - SSD 3.5" cu 2TB sunt disponibile (rare și scumpe)
- Cicluri de citire/scriere limitate
 - 1 2 millioane cicluri de scriere ⇒ uzura MLC (multi-level cell)
 - Sub 5 milioane cicluri de scriere ⇒ uzura SLC

Gestionare *buffer* (zona de lucru) de către SGBD

- *Buffer* partiție a memoriei interne utilizată pentru stocarea de cópii ale blocurilor de date.
- *Buffer manager* modul SGBD responsabil cu alocarea spațiului de *buffer* în memoria internă.
- *Buffer manager*-ul este apelat când este necesară accesarea unui bloc de pe disc
 - SGBD-ul operează asupra datelor din memoria internă

Gestionare buffer de către SGBD

Cereri de pagini de la nivelele superioare



Se actualizează o tabelă cu perechi <nr_bloc_buffer, id_bloc_date>

La cererea unui bloc de date...

- Dacă blocul nu se regăsește în buffer:
 - Se alege un bloc disponibil pt. înlocuire
 - Dacă blocul conține modificări acesta este transferat pe disc
 - Se citește blocul dorit în locul vechiului bloc
- Blocul e *fixat* și se returnează adresa sa

! Dacă cererile sunt predictibile (ex. scanări secvențiale) pot fi citite în avans mai multe blocuri la un moment dat

Gestionare buffer de către SGBD

- Programul care a cerut blocul de date trebuie să îl elibereze și să indice dacă blocul a fost modificat:
 - folosește un dirty bit.
- Același bloc de date din *buffer* poate fi folosit de mai multe programe:
 - folosește un pin count. Un bloc-buffer e un candidat pentru a fi înlocuit ddacă pin count = 0.
- Modulele *Concurrency Control* & *Crash Recovery* pot implica acțiuni I/O adiționale la înlocuirea unui bloc-buffer.

Politici de înlocuire a blocurilor în *buffer*

- Least Recently Used (LRU): utilizează șablonul de utilizare a blocurilor ca predictor al utilizării viitoare. Interogările au șabloane de acces bine definite (ex, scanările secvențiale), iar un SGBD poate utiliza informațiile din interogare pentru a prezice accesările ulteriore ale blocurilor.
- *Toss-immediate*: eliberează spațiul ocupat de un bloc atunci când a fost procesat ultima înregistrare stocată în blocul respectiv
- *Most recently used* (MRU): după procesarea ultimei înregistrări dintr-un bloc, blocul este eliberat (*pin count* e decrementat) și devine blocul utilizat cel mai recent.

Politici de înlocuire a blocurilor în *buffer*

- Buffer Manager poate utiliza informații statistice cu privire la probabilitatea ca o anumită cerere să refere un anumit bloc sau chiar o anumită relație
- Politicile de înlocuite pot avea un impact determinant în ceea ce privește numărul de I/Os – dependent de șablonul de acces.
- *Sequential flooding*: problemă generată de LRU + scanări secvențiale repetate.
 - Nr blocuri-buffer < Nr blocuri în tabelă → fiecare cerere de pagină determină un I/O. MRU e preferabil într-o astfel de situație.

SGBD vs. Sistemul de fișiere al SO

- SO gestionează spațiul pe disc și *buffer*-ul. De ce o face și un SGBD?
- Diferențe de suport oferit de SO: probleme de portabilitate
- Existența unor limitări (ex. fișierele nu pot fi salvate pe mai multe discuri)
- Gestionarea *buffer*-ului de SGBD presupune abilitatea de a:
 - fixa/elibera blocuri, forța salvarea unui bloc pe disc (important pentru *concurrency control* & *crash recovery*),
 - ajustarea *politicii de înlocuire* și citirea de blocuri în avans pe baza șablonului de acces ale operațiilor tipice BD.