

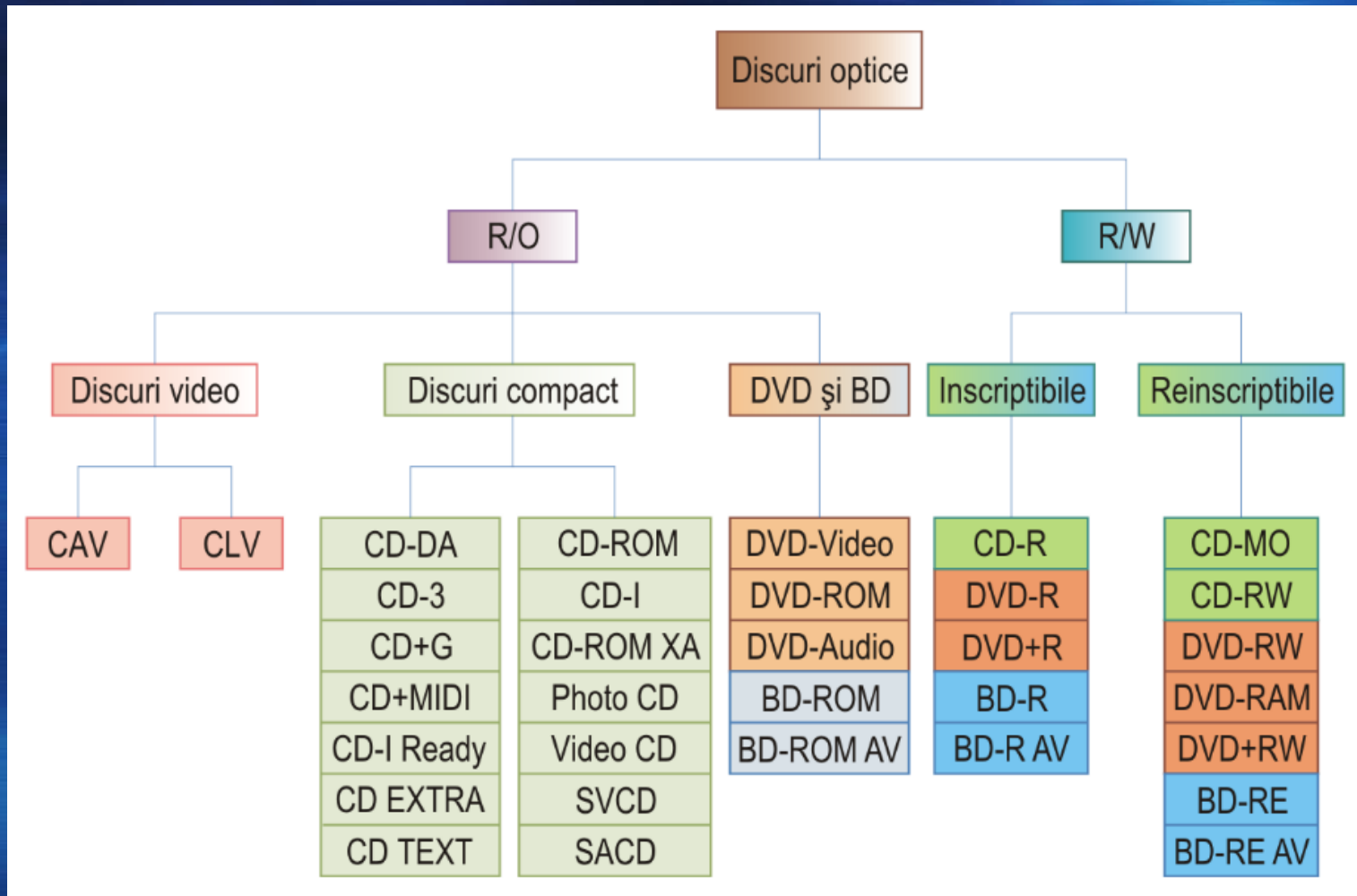
Cuprinsul cursului

- 1. Introducere
- 2. Metode pentru operații de I/E
- 3. Magistrale
- 4. Module de extensie pentru sisteme înglobate
- 5. Afișaje ale calculatoarelor
- 6. Adaptoare grafice
- 7. Discuri optice

7. Discuri optice

- Clasificarea discurilor optice
- Discuri compact
- Discuri DVD
- Discuri Blu-ray

Clasificarea discurilor optice (1)



Clasificarea discurilor optice (2)

- Discuri optice:
 - **R/O** (*Read/Only*): înregistrate de producător
 - **R/W** (*Read/Write*): înregistrate de utilizator
- Discuri video:
 - **CAV** (*Constant Angular Velocity*)
 - **CLV** (*Constant Linear Velocity*)
- Discuri compact:
 - **CD-DA** (*Compact Disc-Digital Audio*)
 - **CD-3**

Clasificarea discurilor optice (3)

- **CD+G** (CD+*Graphics*)
- **CD+MIDI** (CD+*Musical Instruments Digital Interface*)
- **CD-I Ready** (CD-*Interactive Ready*)
- **CD EXTRA**: disc mixt multi-sesiune; conține o parte audio și o parte de date
- **CD TEXT**: extensie a discului **CD-DA** pentru înregistrarea textelor melodiilor
- **CD-I** (CD-*Interactive*): poate conține imagini video, grafică, animație, sunet, text, date

Clasificarea discurilor optice (4)

- **CD-ROM XA** (CD-ROM *Extended Architecture*): extensie **CD-ROM** cu caracteristici definite pentru formatul **CD-I**
- **Photo CD**: implementare a formatului **CD-ROM/XA** pentru înregistrarea fotografiilor
- **Video CD**: format pentru înregistrarea informațiilor video și audio comprimate
- **SVCD** (*Super Video CD*): calitate video și audio îmbunătățită față de formatul **Video CD**
- **SACD** (*Super Audio CD*)

Clasificarea discurilor optice (5)

- DVD (*Digital Versatile Disc*)
- BD (*Blu-ray Disc*)
 - BD-ROM AV (*BD-ROM Audio Visual*)
- Discuri inscriptibile:
 - CD-R (*CD-Recordable*)
 - DVD-R (*DVD-Recordable*)
 - DVD+R (*DVD+Recordable*)
 - BD-R (*BD-Recordable*)
 - BD-R AV (*BD-Recordable Audio Visual*)

Clasificarea discurilor optice (6)

- Discuri reinscriptibile:
 - CD-MO (CD-Magneto Optical)
 - CD-RW (CD-Read/Write)
 - DVD-RW (DVD-Read/Write)
 - DVD+RW (DVD+Read/Write)
 - DVD-RAM
 - BD-RE (BD-Rewritable)
 - BD-RE AV (BD-Rewritable Audio Visual)

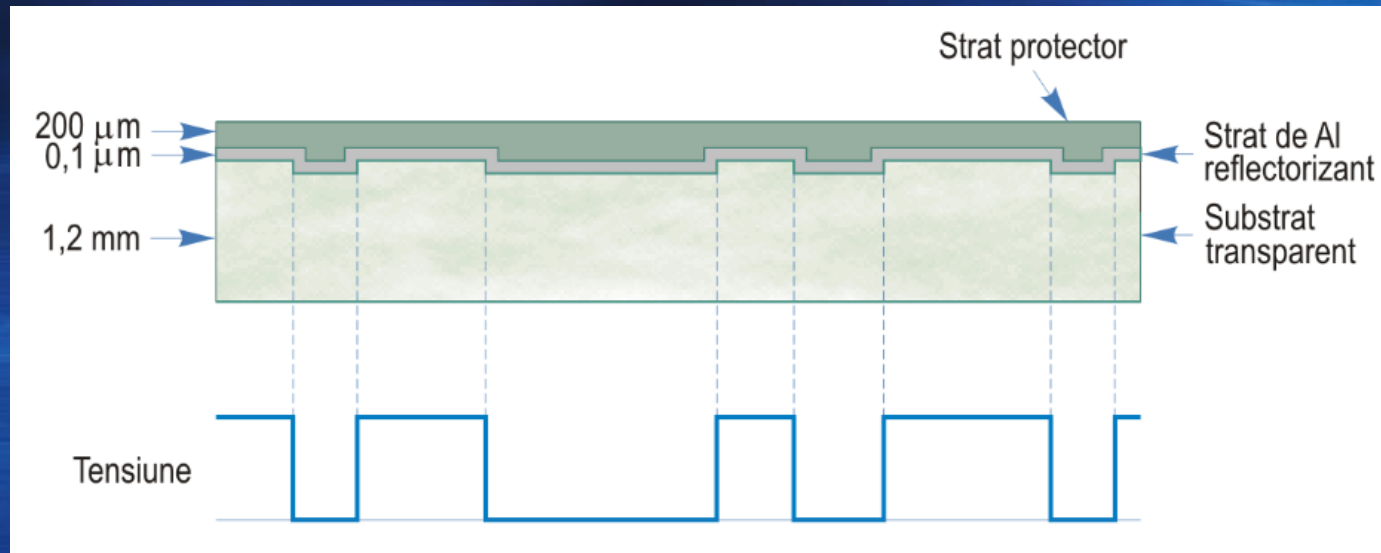
7. Discuri optice

- Clasificarea discurilor optice
- Discuri compact
- Discuri DVD
- Discuri Blu-ray

Discuri compact

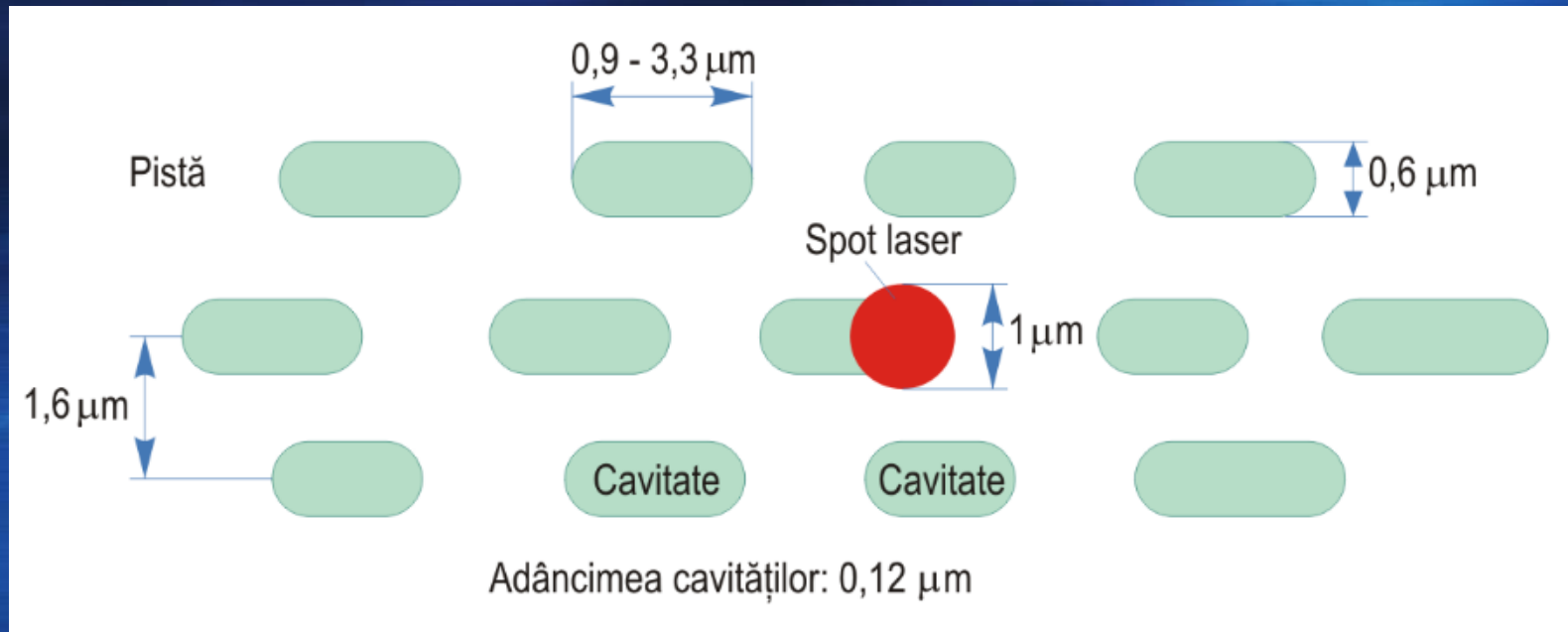
- Discuri compact
 - Suportul fizic al discurilor compact
 - Organizarea și codificarea datelor
 - Ansamblul optic de citire
 - Discuri CD-R
 - Discuri CD-RW

Suportul fizic al discurilor compact (1)



- Diametrul: 12 cm; grosimea: $\sim 1,2$ mm
- Datele sunt înregistrate sub forma unor **cavități** (“pits”) plasate între spații plate $\rightarrow$ **suprafețe** (“lands”)
- **Grad de reflexie diferit** pentru cavități și suprafețe

Suportul fizic al discurilor compact (2)



- Datele sunt înregistrate pe o singură spirală
- Distanța între două piste consecutive: $1,6 \mu\text{m}$
- Lungimea de undă a razei laser: 780 nm

Discuri compact

- Discuri compact
 - Suportul fizic al discurilor compact
 - Organizarea și codificarea datelor
 - Ansamblul optic de citire
 - Discuri CD-R
 - Discuri CD-RW

Organizarea și codificarea datelor (1)

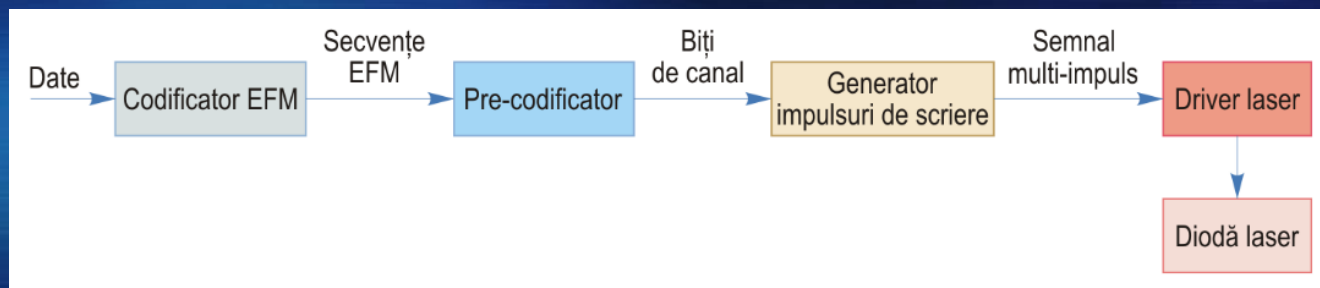
- La nivelul cel mai scăzut, datele sunt înregistrate sub formă de **cavități și suprafețe**
 - Datele sunt codificate → densitate de înregistrare ridicată; recuperarea erorilor
- La următorul nivel, datele sunt organizate în **cadre, sectoare și piste**
- Specificațiile **High Sierra** (standardul **ISO 9660**) definesc un **sistem de fișiere**
 - Extensii: **Rock Ridge, HFS, Joliet**

Organizarea și codificarea datelor (2)

- Biții sunt înregistrați pe suport prin metoda **NRZI** (*Non-Return to Zero Inverted*)
 - Bit 1: tranziție cavitate $\leftrightarrow$ suprafață
 - Bit 0: lipsa unei tranziții
- Înaintea înregistrării, biții de date sunt modulați
 - Evitarea unor șiruri foarte scurte sau foarte lungi de biți consecutivi de 0 sau 1
- Metoda de modulare: **EFM** (*Eight-to-Fourteen Modulation*)
 - Un octet de date este reprezentat prin 14 biți
 - Sunt adăugați 3 biți de legătură

Organizarea și codificarea datelor (3)

- Codurile **EFM** satisfac restricțiile unui cod **RLL** (*Run-Length Limited*)
 - Specificarea unui cod RLL: (d, k) RLL
 - d, k : numărul minim și maxim de biți de 0 între doi biți consecutivi de 1
 - Codul RLL utilizat: (2, 10) RLL
- Sistem de înregistrare pentru discuri CD



Organizarea și codificarea datelor (4)

- Datele sunt divizate în blocuri → cadre
- Structura unui cadru:
 - Antet de sincronizare
 - Octet de control
 - 2×12 octeți de date
 - 2×4 octeți pentru detecția și corecția erorilor (**CIRC** - *Cross Interleaved Reed-Solomon Code*)

Sincronizare	Control	Date (L)	CIRC	Date (R)	CIRC
27 biți	1 octet	12 octeți	4 octeți	12 octeți	4 octeți

Organizarea și codificarea datelor (5)

- Sistemul de detecție și corecție a erorilor utilizat în interiorul cadrelor: **CIRC** (*Cross Interleaved Reed-Solomon Code*)
 - Integrat la nivel hardware în unitățile de discuri
- Două componente:
 - Componenta “*cross interleave*” divizează erorile lungi în mai multe erori scurte
 - Componenta “*Reed-Solomon*” asigură corecția erorilor

Organizarea și codificarea datelor (6)

- Sector: 98 cadre
 - 98 octeți de control
 - $24 \times 98 = 2352$ octeți de date
 - $8 \times 98 = 784$ octeți pentru detecția și corecția erorilor
- Format similar cu cel de la discurile audio
- Pentru accesul direct la fiecare sector, se utilizează **octeți de sincronizare** și un **antet** care conține adresa sectorului

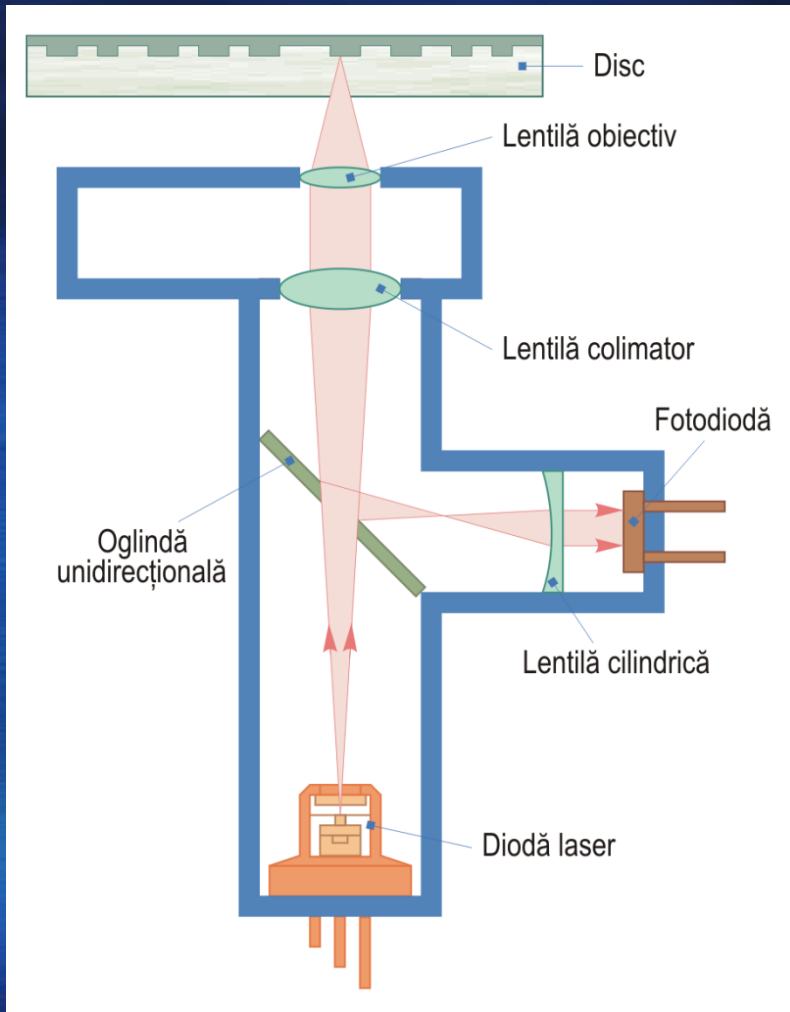
Organizarea și codificarea datelor (7)

- Rata erorilor pentru metoda CIRC: 10^{-9} → insuficientă pentru discurile de date
- Pentru discurile de date este prevăzut un al doilea nivel de detecție și corecție a erorilor
 - 4 octeți pentru **detecția erorilor (EDC)**
 - 276 octeți pentru **corecția erorilor (ECC)**
- **L-EC** (*Layered Error Correction*), rata 10^{-12}
- Codul pentru detecția erorilor: cod ciclic redundant (*Cyclic Redundancy Check* – **CRC**)
- Codul de corecție a erorilor: Reed-Solomon

Discuri compact

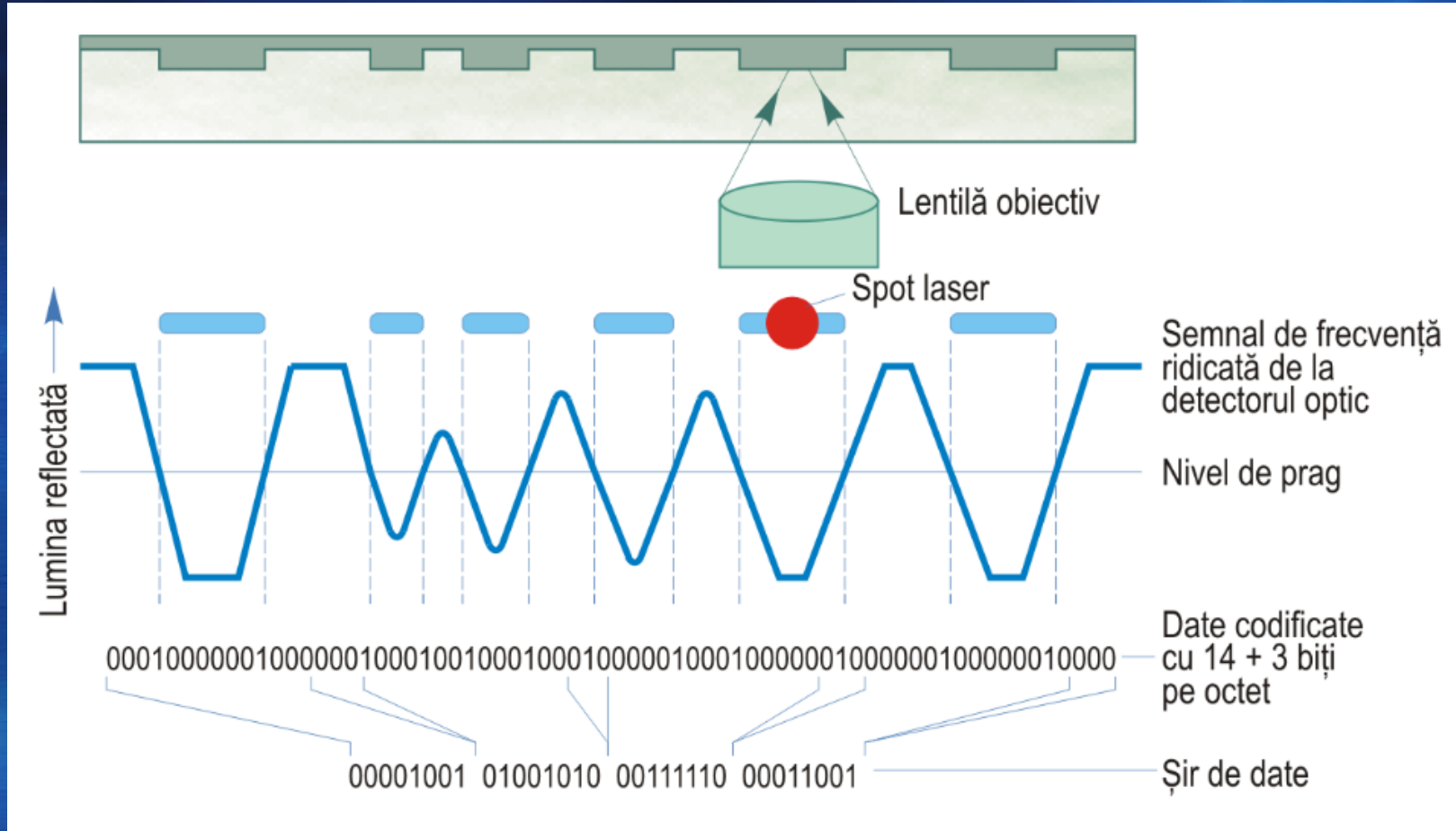
- Discuri compact
 - Suportul fizic al discurilor compact
 - Organizarea și codificarea datelor
 - Ansamblul optic de citire
 - Discuri CD-R
 - Discuri CD-RW

Ansamblul optic de citire (1)



- **Dioda laser** emite un fascicul laser
- Fasciculul este focalizat pe suprafața discului
- Fasciculul este poziționat cu un **servomecanism**
- O parte a fasciculului este reflectată și dirijată către o **fotodiodă** → semnal electric

Ansamblul optic de citire (2)



Ansamblul optic de citire (3)

- Mecanismul de poziționare
 - Deplasează oglinda și sistemul de lentile
 - Ansamblul optic se deplasează pe un set de șine
 - Poziționarea precisă pe o pistă se realizează cu un **microcontroller** și un **sistem servo electronic**
 - Sistemul servo măsoară nivelul semnalului și ajustează poziția ansamblului de citire

Ansamblul optic de citire (4)

- Sistemele obișnuite utilizează **trei fascicule**:
 - Fasciculul laser este divizat în trei fascicule cu o **prismă polarizată**
 - Se măsoară intensitatea fasciculelor laterale → semnal pentru corecția poziției fasciculului
- **Compensarea deplasării verticale**:
 - Fotodioda este împărțită în patru cadrante
 - La deviația discului, **spotul devine eliptic** → semnalele generate de cadrante vor diferi
 - Lentila obiectiv este deplasată corespunzător

Ansamblul optic de citire (5)

- Viteza nominală (viteza “X”)
 - Se referă la viteza de rotație a discului
 - Indicator al ratei maxime teoretice de transfer
 - O unitate cu viteza 1X are aceeași viteză de rotație ca și o unitate standard CD audio
 - Unitate audio: $75 \text{ sectoare/s} \rightarrow 75 \times 2336 = 175.200 \text{ B/s} = 171,09 \text{ KB/s}$
 - Unitate CD-ROM 1X: $75 \times 2048 = 153.600 \text{ B/s} = 150 \text{ KB/s}$

Ansamblul optic de citire (6)

- **Metoda CLV** (*Constant Linear Velocity*)
 - Viteză liniară constantă
 - **Viteza de rotație** este variabilă: mai mare spre centrul discului
 - **Rata de transfer** este constantă
 - Metodă utilizată la unitățile CD audio și la primele generații de discuri CD-ROM (1X..12X)
 - Primele unități CD audio: realizate pentru a transfera același volum de date în fiecare secundă

Ansamblul optic de citire (7)

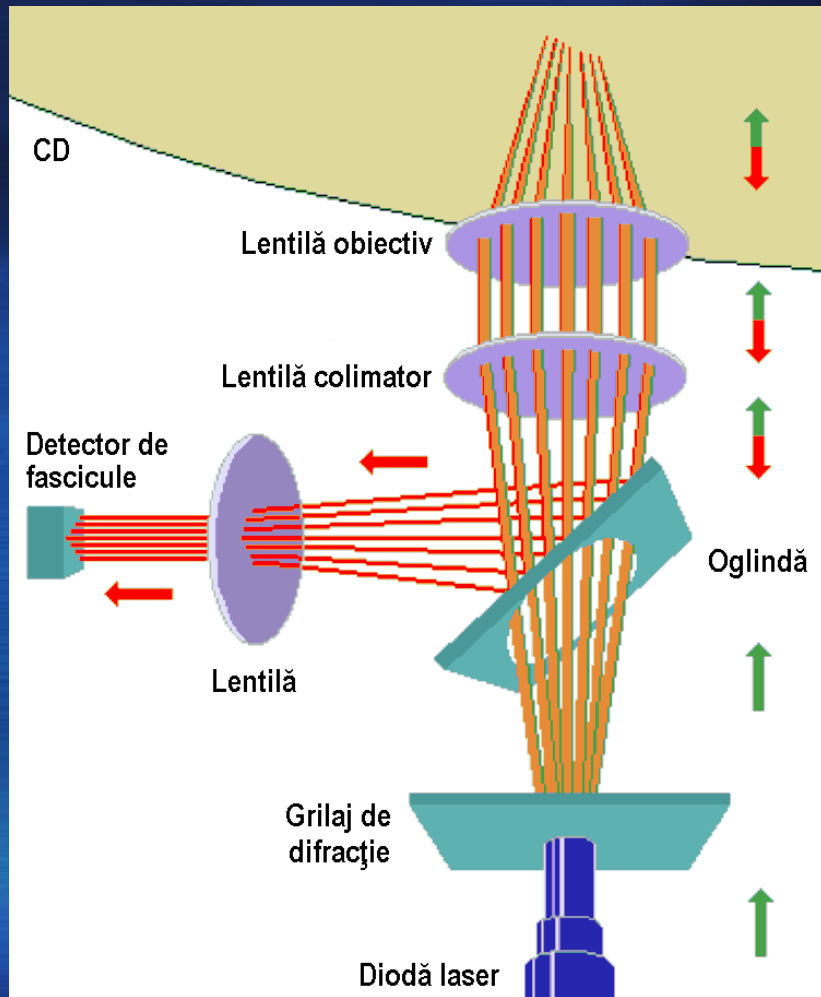
- **Metoda CAV** (*Constant Angular Velocity*)
 - Viteză unghiulară constantă
 - **Viteza de rotație** este constantă
 - **Rata de transfer** este variabilă
 - **Avantaj**: nu este necesară schimbarea vitezei de rotație
 - **Dezavantaj**: rata de transfer se reduce spre interiorul discului
 - Metodă utilizată la unitățile CD-ROM cu viteza de peste 12X

Ansamblul optic de citire (8)

- Tehnologia TrueX

- Permite creșterea performanței unităților de discuri optice
- Se utilizează mai multe fascicule laser pentru scanarea simultană a mai multor piste
- Circuit integrat care conține: procesor de semnal, controler servo, decodor, sistem de corecție a erorilor, interfață ATAPI
- Opțional: interfață SCSI, USB

Ansamblul optic de citire (9)



- Fasciculul laser este divizat cu un **grilaj de difracție**
- Fasciculele trec prin **oglindea unidirecțională**
- Focalizarea: obținută cu fasciculul central
- Rate de transfer mai ridicate la viteze de rotație mai reduse → **reducerea vibrațiilor**

Discuri compact

- Discuri compact
 - Suportul fizic al discurilor compact
 - Organizarea și codificarea datelor
 - Ansamblul optic de citire
 - Discuri CD-R
 - Discuri CD-RW

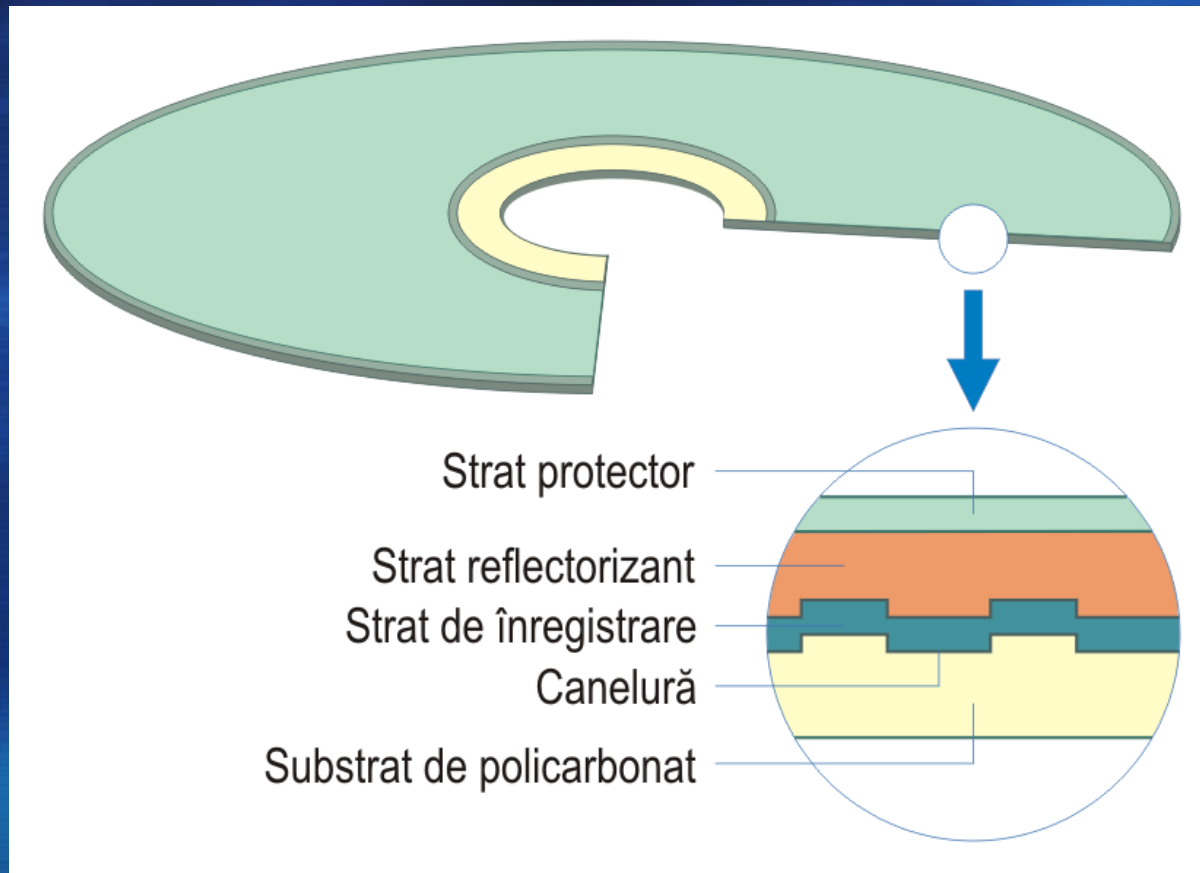
Discuri CD-R (1)

- **CD-R** (CD *Recordable*) 
 - **CD-WORM** (CD *Write Once, Read Many*)
 - **CD-WO** (CD *Write Once*)
- Specificații definite în documentul “*Orange Book*”, partea a II-a
- **Discurile CD-ROM** se bazează pe standardul CD audio, modificând interpretarea datelor
- **Discurile CD-R** definesc noi medii fizice și metode de înregistrare, utilizând formatele standard

Discuri CD-R (2)

- Scrierea: modificarea proprietăților reflectorizante ale unei vopsele organice
- **Vopsele organice** fotosensibile:
 - **Cianină** (albastru cian)
 - **Ftalocianină** (albastru verzui)
 - **Azo** (albastru închis)
- Pentru protecția împotriva oxidării, stratul de vopsea se acoperă cu un **strat de metal** (aur sau aliaj de argint)

Discuri CD-R (3)



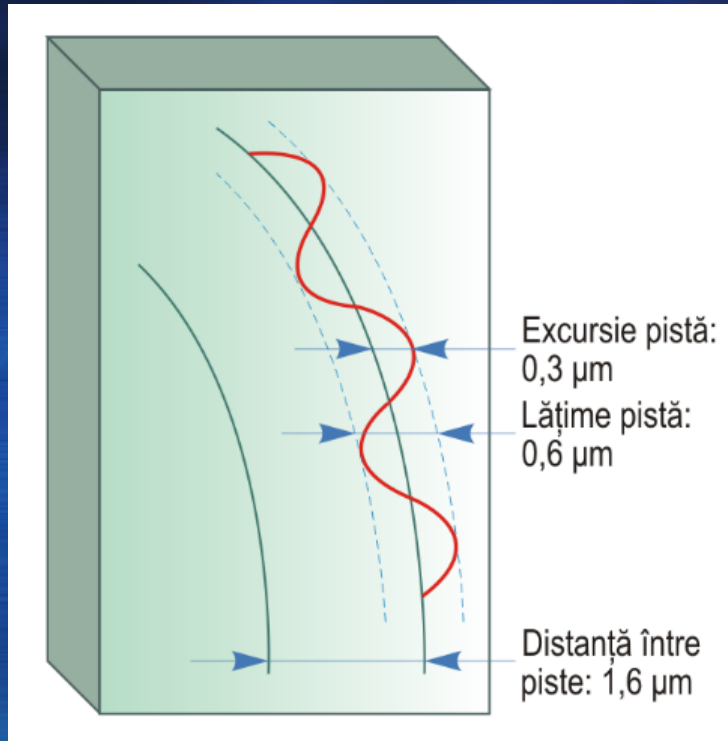
Discuri CD-R (4)

- Scrierea: cu o rază laser care încălzește în mod selectiv anumite zone
 - În zonele încălzite, **vopseaua organică își schimbă compoziția chimică**
 - Zonele “arse” reflectă lumina într-o măsură mai redusă → corespund **cavităților**
 - Zonele “nearse” reflectă lumina într-o măsură mai mare → corespund **suprafețelor**
- Discul poate fi citit de unitățile obișnuite

Discuri CD-R (5)

- Discul este gravat cu o **canelură spiralată**
 - Similară cu spirala de pe un disc CD obișnuit
- Canelura este utilizată de unitatea CD-R în timpul înregistrării pentru urmărirea căii de date de pe disc
 - Dacă discul ar fi complet neformatat, înscriserea pistelor spiralate ar fi dificilă
- Canelura are o **excursie** (deviație) **sinusoidală** de $0,3\ \mu\text{m}$ la o frecvență de 22,05 KHz

Discuri CD-R (6)



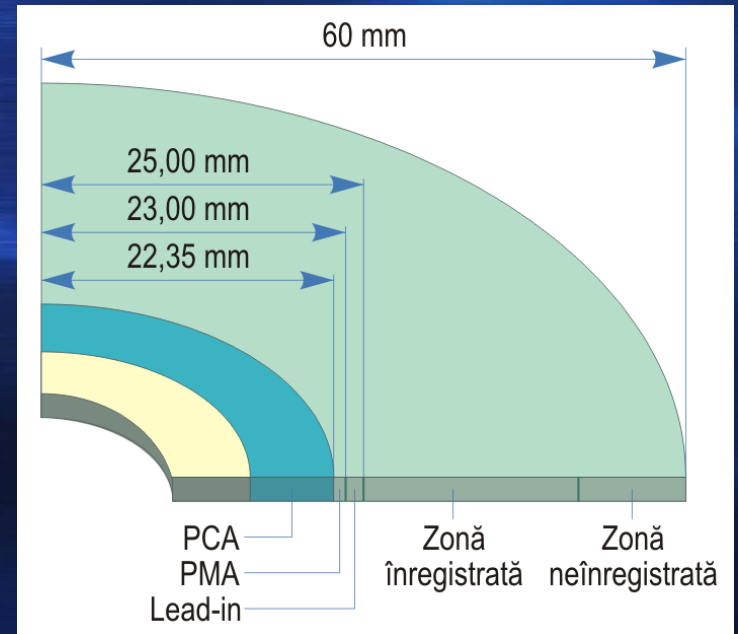
- Discurile inscriptibile trebuie să conțină adresele blocurilor
- Adresele sunt înregistrate prin metoda **ATIP** (*Absolute Time In Pre-groove*)
- Sinusoida este modulată cu un semnal de 1 KHz
- Informații înregistrate: adrese sub forma **MSF**; producătorul; vitezele de scriere; puterea laserului

Discuri CD-R (7)

- Discurile CD-R au două zone suplimentare de date aflate în zona de început a discului
- Sunt utilizate pentru memorarea datelor specifice procesului de înregistrare
- Zona de memorare a programului (PMA – *Program Memory Area*)
 - Conține numerele pistelor pentru titlurile înregistrate și adresele lor de început și de sfârșit

Discuri CD-R (8)

- Zona de calibrare a puterii (PCA – *Power Calibration Area*)
 - Se utilizează pentru calibrarea puterii laserului → înregistrare de încercare
 - Puterea optimă depinde de: viteza de înregistrare, temperatura ambiantă, umiditate, tipul discului



Tipuri de discuri compact

- Discuri compact
 - Suportul fizic al discurilor compact
 - Organizarea și codificarea datelor
 - Ansamblul optic de citire
 - Discuri CD-R
 - Discuri CD-RW

Discuri CD-RW (1)

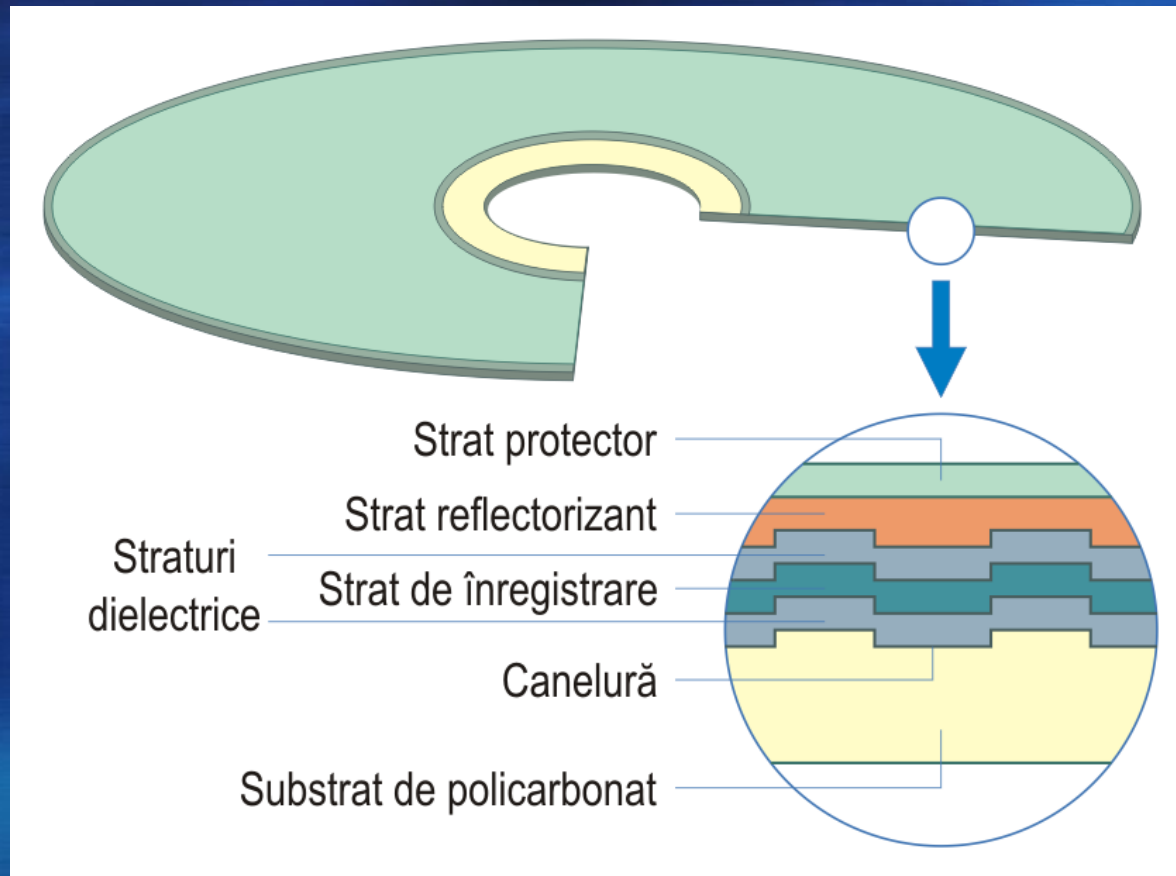


- **CD-RW** (CD *ReWritable*)
 - **CD-E** (CD *Erasable*)
- Specificații definite în documentul “*Orange Book*”, partea a III-a
- Stratul de vopsea este înlocuit cu un **strat de înregistrare cu schimbare de fază**
 - Își poate schimba starea atunci când i se aplică o anumită energie și poate reveni în starea inițială

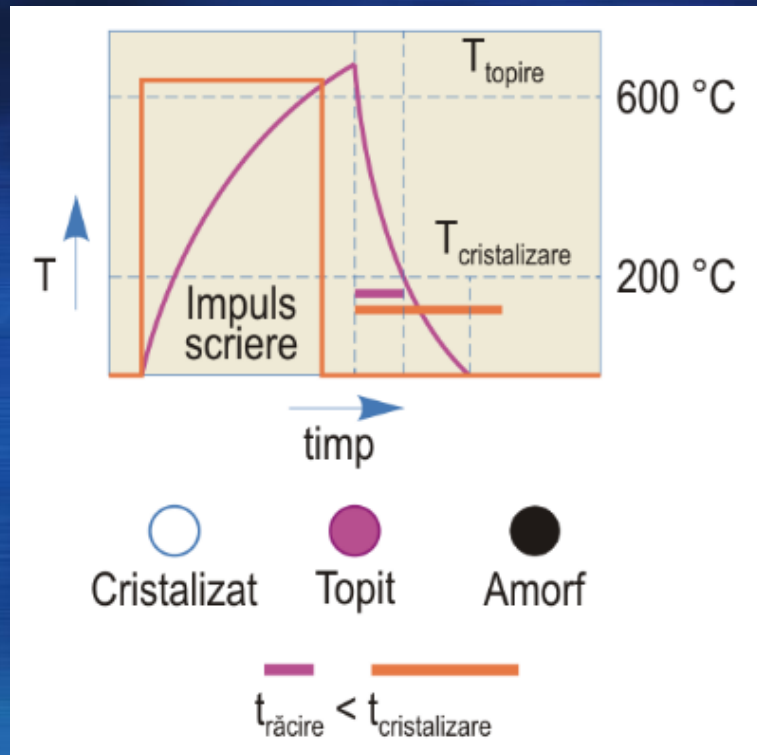
Discuri CD-RW (2)

- Dacă materialul este încălzit la o anumită temperatură și apoi este răcit, se formează o **structură cristalină** → **suprafață**
- Dacă materialul este încălzit la o temperatură mai ridicată, se formează o **structură amorfă** → **cavitate**
- **Stratul de înregistrare**: aliaj de argint, indiu, antimoniu și telurii
 - Se află între două **straturi dielectrice** care elimină căldura excesivă în timpul scrierii

Discuri CD-RW (3)



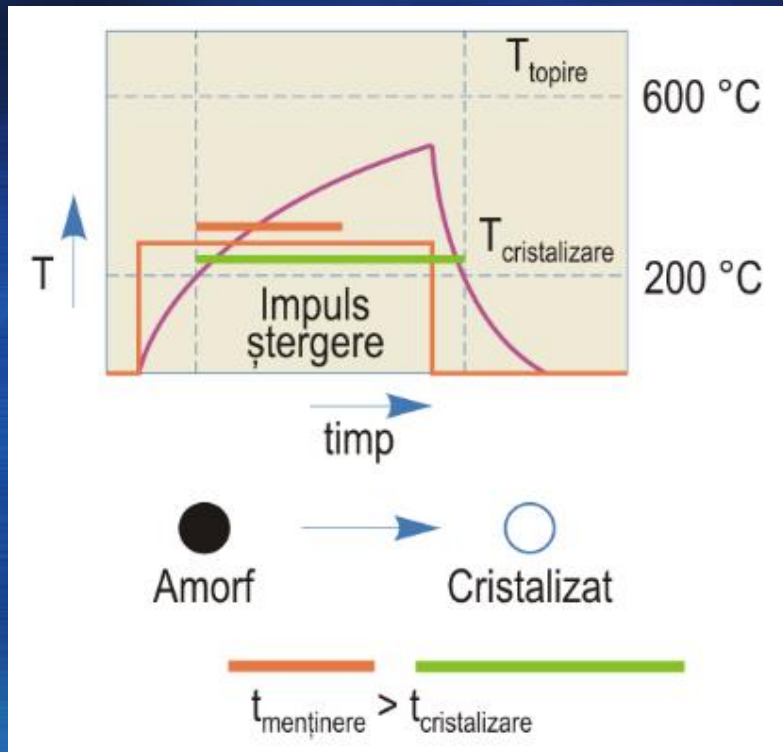
Discuri CD-RW (4)



Scrierea

- Stratul de înregistrare se încălzește la o temperatură peste punctul de topire
- Cristalele ajung într-o fază amorfă
- Dacă răcirea este rapidă, starea amorfă se menține

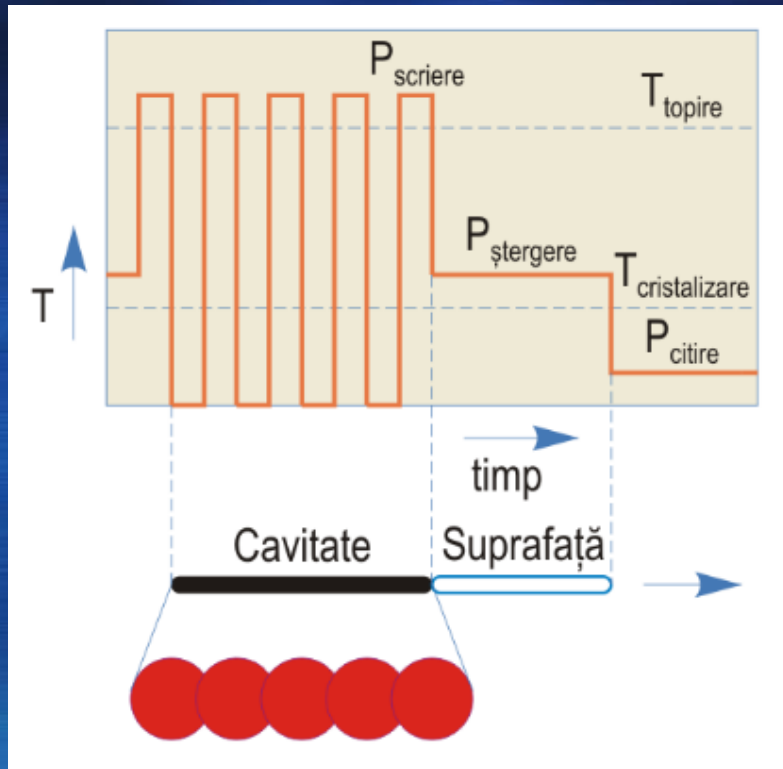
Discuri CD-RW (5)



Ștergerea

- Stratul de înregistrare este încălzit **sub punctul de topire**, dar **deasupra punctului de cristalizare**
- Temperatura este menținută un **timp mai mare decât timpul minim de cristalizare**

Discuri CD-RW (6)



Rescrierea

- Sunt **create noi cavit\u0103\u021bi** utiliz\u00e2nd fasciculul laser pentru scriere
- Se utilizeaz\u0103 un fascicul laser constant pentru a crea noi suprafe\u021be cristaline
- Procesul poate fi repetat \u00een jur de 1000 de ori

Discuri CD-RW (7)

- **Gradul de reflexie** al discurilor CD-RW este mai redus decât cel al discurilor CD obișnuite
 - Discuri CD obișnuite: min. 70% pentru suprafețe, max. 28% pentru cavități
 - Discuri CD-RW: 15 .. 25% pentru suprafețe
 - Unități cu funcții duale
 - Specificațiile **MultiRead** ale OSTA (*Optical Storage Technology Association*): elaborate pentru a rezolva problemele de compatibilitate

7. Discuri optice

- Clasificarea discurilor optice
- Discuri compact
- Discuri DVD
- Discuri Blu-ray

Discuri DVD

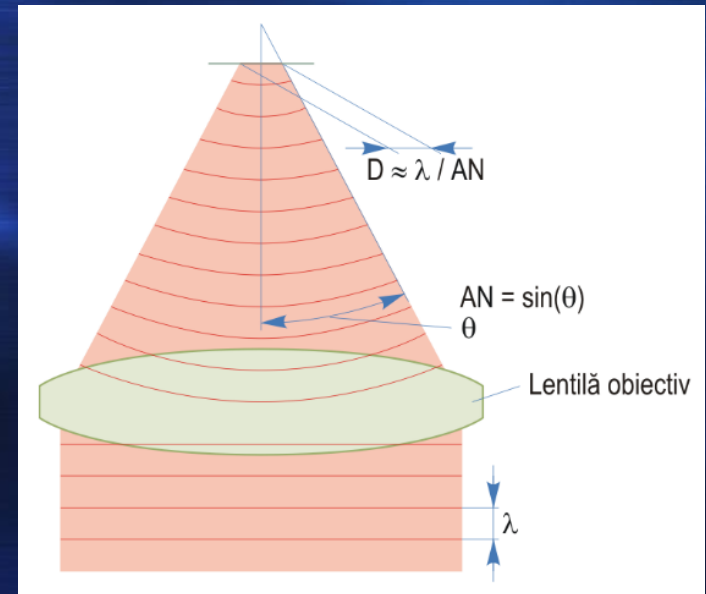
- Discuri DVD
 - Prezentare generală
 - DVD-ROM
 - DVD-R
 - DVD+R
 - DVD-RW
 - DVD+RW
 - Tehnologia M-DISC

Prezentare generală (1)

- **DVD** – *Digital Video Disc, Digital Versatile Disc*
- Elaborat de *DVD Consortium* → transformat în *DVD Forum*
- **Caracteristici:**
 - Până la patru straturi
 - Capacitatea este mai ridicată: 4,38 GB (un strat), 15,9 GB (patru straturi)
 - Dimensiunile cavităților sunt mai reduse
 - Distanța între piste este mai redusă
 - Lungimea de undă a razei laser: 650 nm

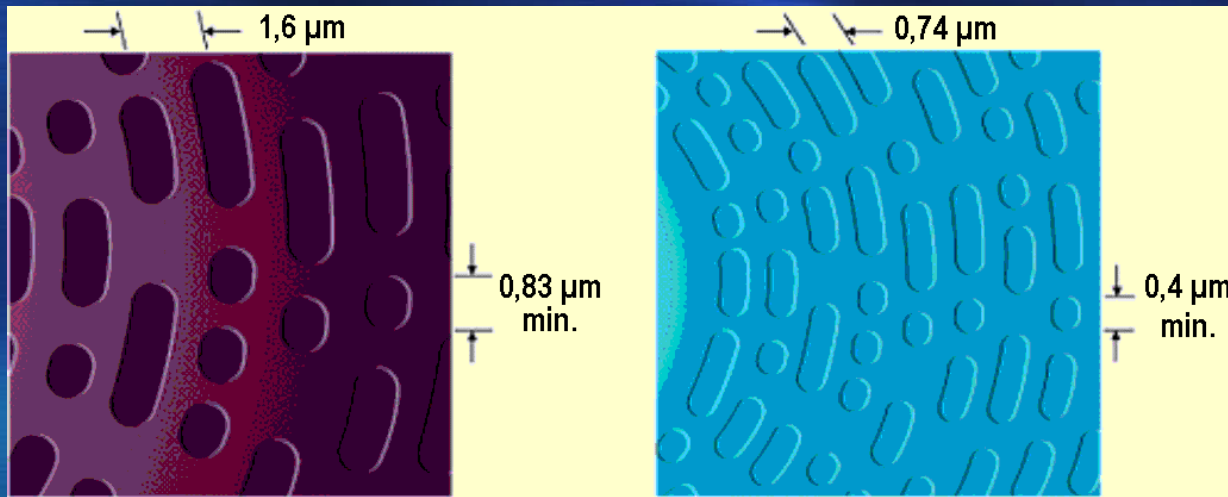
Prezentare generală (2)

- Capacitatea este invers proporțională cu pătratul **diametrului spotului laser**
 - Invers proporțională cu pătratul **lungimii de undă** (λ^2)
 - Proporțională cu pătratul **aperturii numerice** (AN^2)
 - $AN = \sin(\theta)$
 - Indică performanța de convergență a lentilei obiectiv
 - AN a fost crescută la 0,60 (de la 0,45 pentru discurile CD)



Prezentare generală (3)

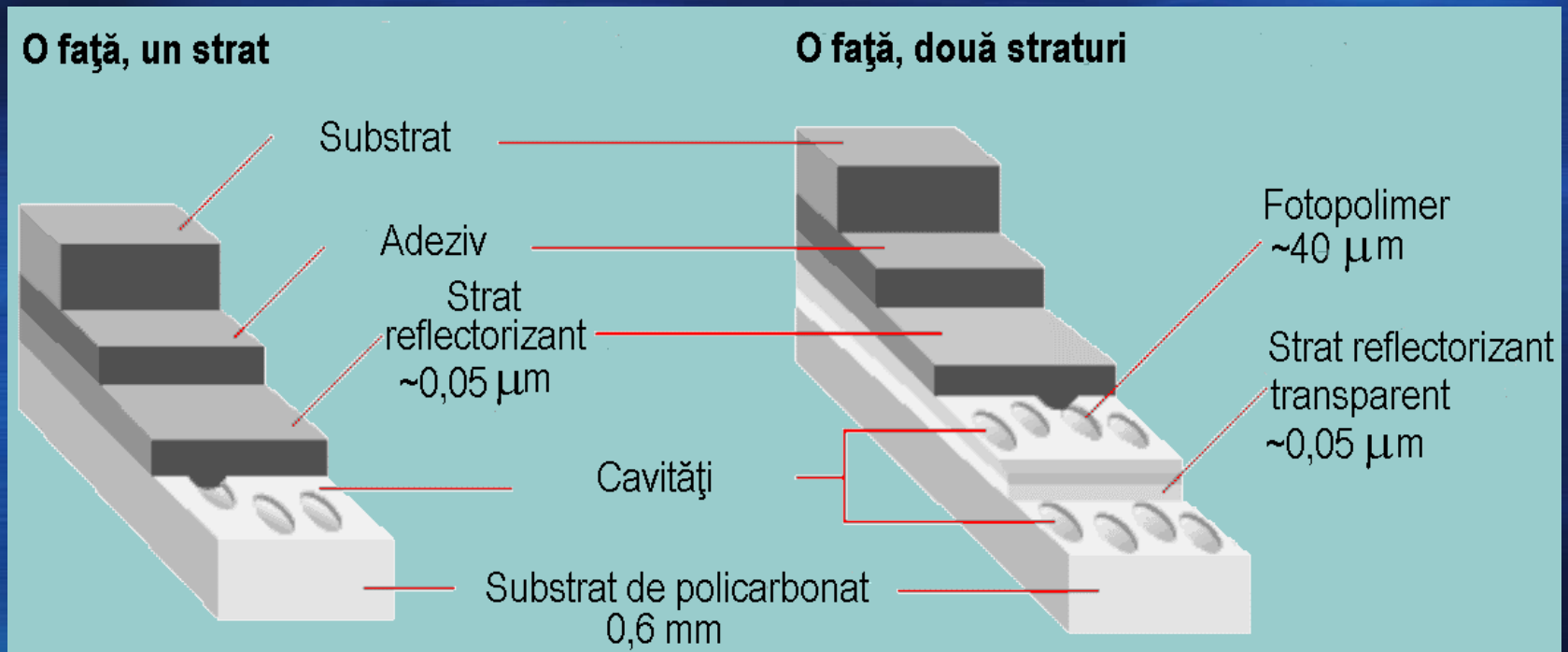
- Metoda de modulară: **EFMPlus**
 - Un octet de date este reprezentat prin 16 biți
 - Nu sunt necesari biți de legătură
 - Constrângerea pentru codurile EFMPlus: (2, 10) RLL



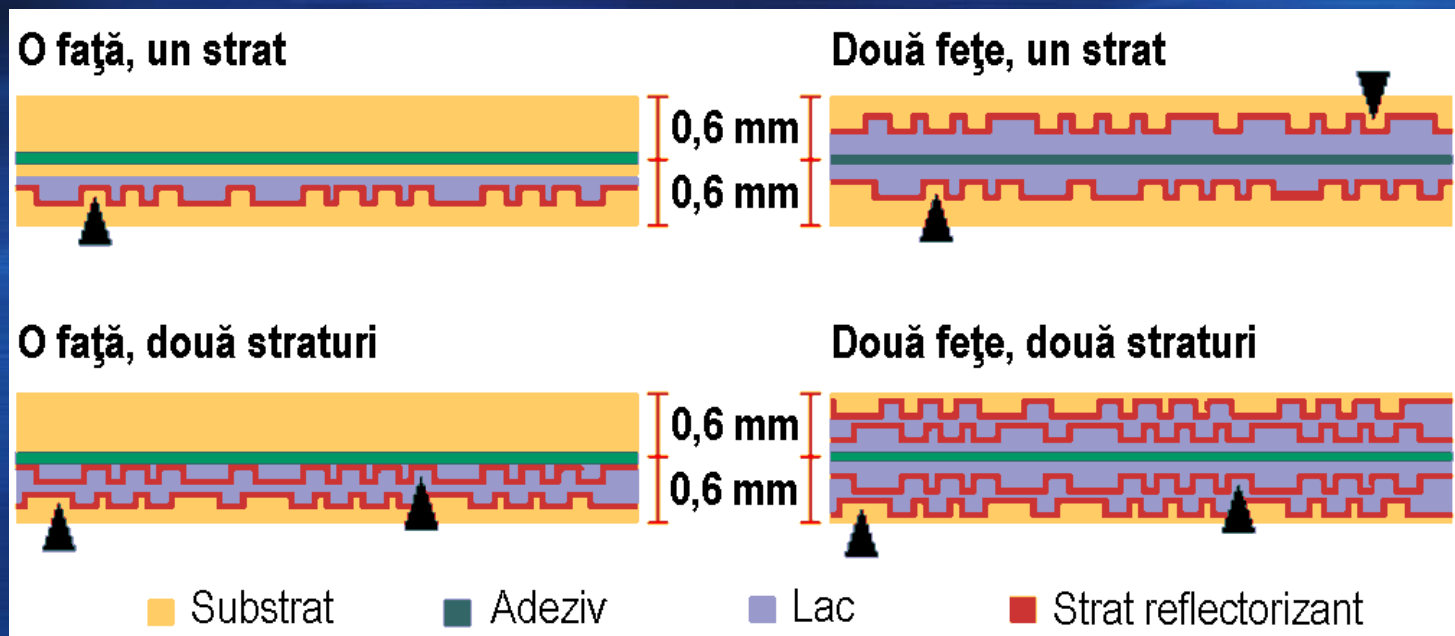
CD

DVD

Prezentare generală (4)



Prezentare generală (5)



Discuri DVD cu o față și cu două fețe

Discuri DVD

- Discuri DVD
 - Prezentare generală
 - DVD-ROM
 - DVD-R
 - DVD+R
 - DVD-RW
 - DVD+RW
 - Tehnologia M-DISC

DVD-ROM (1)

- Dimensiunea sectorului: 2064 B (2048 B de date)
- Sectorul este împărțit în 12 linii $\times$ 172 B
 - Prima linie conține **antetul sectorului** (12 B)
 - Identificatorul (ID) sectorului (4 B)
 - Cod pentru corecția erorilor ID (2 B)
 - Zonă rezervată (6 B)
 - Următorii 160 B din prima linie conțin date
 - Ultima linie conține 4 B pentru detecția și corecția erorilor zonei de date

DVD-ROM (2)

- Un număr de 16 sectoare formează un **bloc**
 - Sectoarele sunt plasate dispersat pe disc
 - Se adaugă 10 B liniilor din fiecare sector pentru codul de corecție a erorilor (**ECC**)
 - Un bloc conține 16 linii suplimentare pentru codul **ECC**
 - Rezultă un bloc de 37.856 B
- Este permisă înregistrarea atât prin metoda **CLV**, cât și prin metoda **CAV**

DVD-ROM (3)

- Discurile DVD pot utiliza sistemul de fișiere **UDF** (*Universal Disk Format*)
 - Definit de asociația **OSTA** (*Optical Storage Technology Association*)
 - Bazat pe standardul ISO 13346/ECMA-167
 - Destinat discurilor DVD și CD-R/RW ca înlocuitor al sistemului ISO 9660
 - Independent de SO
 - **UDF** definește structurile de date, seturile de caractere, metodele de citire/scriere

Rezumat (1)

- Pe discurile optice, datele sunt înregistrate sub forma unor **cavități și suprafețe**
 - Cavitățile și suprafețele au reflectivitate diferită
 - Datele sunt codificate pentru a asigura o densitate ridicată și recuperarea sigură a datelor
- Pentru discurile compact, se pot utiliza două nivele de **corecție a erorilor**
 - La **nivelul cadrelor**: pentru toate formatele de discuri compact
 - La **nivelul sectoarelor**: pentru discurile de date

Rezumat (2)

- **Ansamblurile optice de citire** utilizează un fascicul laser poziționat cu un servomecanism
 - Fasciculul este reflectat și se generează impulsuri electrice cu ajutorul unei fotodiode
- Scrierea discurilor **CD-R** se bazează pe modificarea reflectivității unei vopsele organice
- Discurile **CD-RW** utilizează un strat de înregistrare cu schimbare de fază
 - Se pot forma zone cristaline și amorse într-un mod reversibil

Rezumat (3)

- Discurile **DVD** au capacități mai ridicate față de discurile **CD**
 - Discuri cu straturi multiple
 - Reducerea dimensiunii cavităților
 - Reducerea distanței între piste
 - Reducerea lungimii de undă a razei laser
 - Creșterea aperturii numerice a lentilei obiectiv
- Datele de pe discurile **DVD-ROM** sunt organizate în linii, sectoare și blocuri
 - Blocurile conțin linii adiționale pentru codul **ECC**
 - Sunt permise metodele de înregistrare **CLV** și **CAV**

Noțiuni, cunoștințe (1)

- Organizarea datelor la discurile compact
- Codificarea datelor la discurile compact
- Nivele de corecție a erorilor
- Structura și funcționarea ansamblului optic de citire
- Metode de înregistrare: cu viteză liniară constantă; cu viteză unghiulară constantă
- Tehnologia TrueX
- Scrierea discurilor CD-R
- Canelura spiralată a discurilor CD-R

Noțiuni, cunoștințe (2)

- Zona de memorare a programului și zona de calibrare a puterii la discurile CD-R
- Scrierea discurilor CD-RW
- Ștergerea discurilor CD-RW
- Rescrierea discurilor CD-RW
- Caracteristici ale discurilor DVD
- Tehnici utilizate pentru creșterea capacității discurilor DVD față de discurile compact
- Organizarea discurilor DVD-ROM: linii, sectoare, blocuri