

12. Paralelă între stocarea datelor pe suporturi magnetice și optice și transmisia serială



Cuprins modul

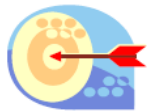
- 12.1. Introducere
- 12.2. Codarea pe suporturile magnetice
- 12.3. Codarea pe suporturile optice
- 12.4. Concluzii

Cuprins



Introducere

Modulul “Paralelă între stocarea datelor pe suporturi magnetice și optice și transmisia serială “ tratează asemănarea principală între transmisia serială și stocarea serială a datelor pe suporturi magnetice și optice. Modulurile de codare ale informației în ambele cazuri sunt asemănătoare. Pentru a înțelege modulurile de codare se face o scurtă prezentare a unităților de hard disc și a celor optice. Sunt prezentate metodele de codare FM, MFM și RLL la hard discuri și codarea EFM la unitățile optice.



Obiective

După parcurgerea acestui modul studenții vor avea o imagine integratoare a codării în interfețele actuale și a dezvoltării istorice a domeniului. Studenții vor înțelege:

- Codările utilizate la hard discuri: FM, MFM și RLL;
- Codări utilizate la unități optice: EFM.

Obiective specifice:

1. Învățarea unor tipuri de codare digitală. Înțelegerea caracteristicilor cerute codării;
2. Cunoașterea unor tipuri de transmisii seriale și interfețe seriale ca structură, protocol și interfețe tipice;
3. Cunoașterea unor tipuri de codări aplicate în stocarea optică și magnetică a informației;
4. Înțelegerea noțiunilor prin exemplificări practice.



Durata medie de studiu individual

Durata medie de studiu individual este de 2 ore.

12.1. Introducere

Codarea datelor în vederea stocării lor pe suporturi magnetice și optice are multe puncte comune cu transmisia serială. Acest lucru se datorează faptului că datele memorate pe suport magnetic sau optic sunt aranjate bit după bit pe o pistă a platanului hard discului sau pe pista spirală a unui DVD. Scopul urmărit în dezvoltarea acestor suporturi de informație este mărirea capacității de stocare, dată de micșorarea zonei pe suport ocupată de un bit. Acest scop a generat cercetări și îmbunătățiri continue în creșterea eficienței codării. Tendința este clară la unitățile de hard disc (HDD) care, datorită faptului că au apărut înaintea unităților optice au trecut prin toate fazele de dezvoltare a codării. La primele hard discuri cele mai simple metode de codare asigurau 20Mocteți la o unitate de 5 inch, în timp ce acum se ating uzual capacități de 1T la unități de 2,5 inch.

Înainte de apariția hard discurilor primele înregistrări magnetice pe bandă au fost realizate prin înregistrarea a două piste alăturate, una cu date și alta cu tact. Acest mod de înregistrare este echivalent cu transmisia serială cu transmiterea tactului. Ulterior, toate codările au urmărit să asigura refacerea tactului din datele transmise, deci au fost folosite exclusiv codări autosincronizabile.

12.2. Codarea pe suporturile magnetice

Unitatea de hard disc a fost realizată pentru prima dată în 1956 de IBM. Unitatea IBM Ramac 350 avea dimensiunea a 2 combine frigorifice. În 1973 IBM introduce hard discul Winchester la care discurile puteau fi scoase din unitate și înlocuite cu alt set. În 1980 apar hard discurile de 5,25” iar în 1983 hard discul de 10M intră în componența calculatorului IBM PC XT. Un hard disc Seagate de 5,25” de 20M arată ca în fotografia din figura 12.1.

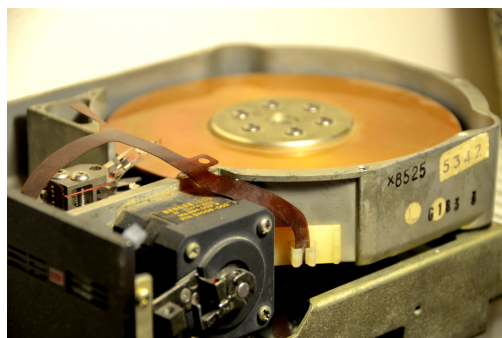


Figura 12.1. Hard disc Seagate de 5,25” de 20M (sursa: colecția personală P. Ogrușan)

Componentele importante din structura unui hard disc sunt reprezentate în figura 12.2.

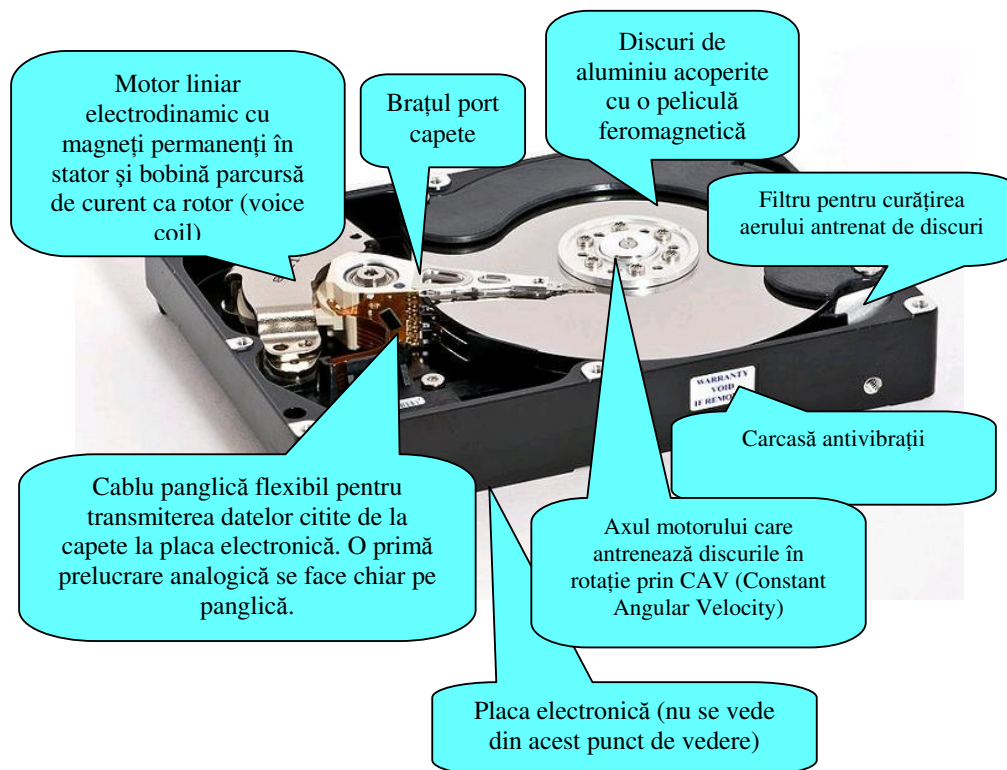


Figura 12.2. Componentele importante din structura unui hard disc

Câteva dintre caracteristicile cele mai importante ale unităților de hard disc sunt:

1. **Timpul de acces** este timpul care trece de la o comandă de acces a sistemului electronic până datele solicitate sunt accesibile. Timpul de acces apare ca urmare a naturii mecanice a brațului care poartă capetele și a sistemului de rotație a discurilor.
2. **Timpul de poziționare** este timpul necesar poziționării capetelor pe cilindrul dorit. La primele hard discuri la care poziționarea se făcea cu motoare pas cu pas timpul era de ordinul 500ms. Timpul mediu de poziționare la acționările actuale cu motor de curent continuu electrodinamic este de 3-20ms.
3. **Timpul (viteza) de transfer** poate fi dată pentru viteza datelor seriale preluate de pe disc odată ce capetele au fost poziționate și evident depinde de viteza de rotație. La un HDD de 7200rpm viteza tipică este 1Gbps. Viteza de transfer poate fi dată și pentru transferul datelor din buffer-ul HDD în calculatorul gazdă, interfața SATA permite 3Gbps. Acest timp depinde de viteza de rotație a discurilor **dar depinde în cea mai mare măsură de metoda de codare utilizată.**

4. **Timpul de latență** este timpul necesar ca sistemul de rotație să aducă sectorul solicitat în dreptul capetelor. Înregistrarea unui bit de informație pe suport magnetic se face prin înregistrarea a două zone magnetizate cu sensuri contrare alăturate. La trecerea suportului magnetic prin fața capului de citire, tranziția dintre zonele magnetizate va genera o tensiune în bobina capului magnetic, figura 12.3.

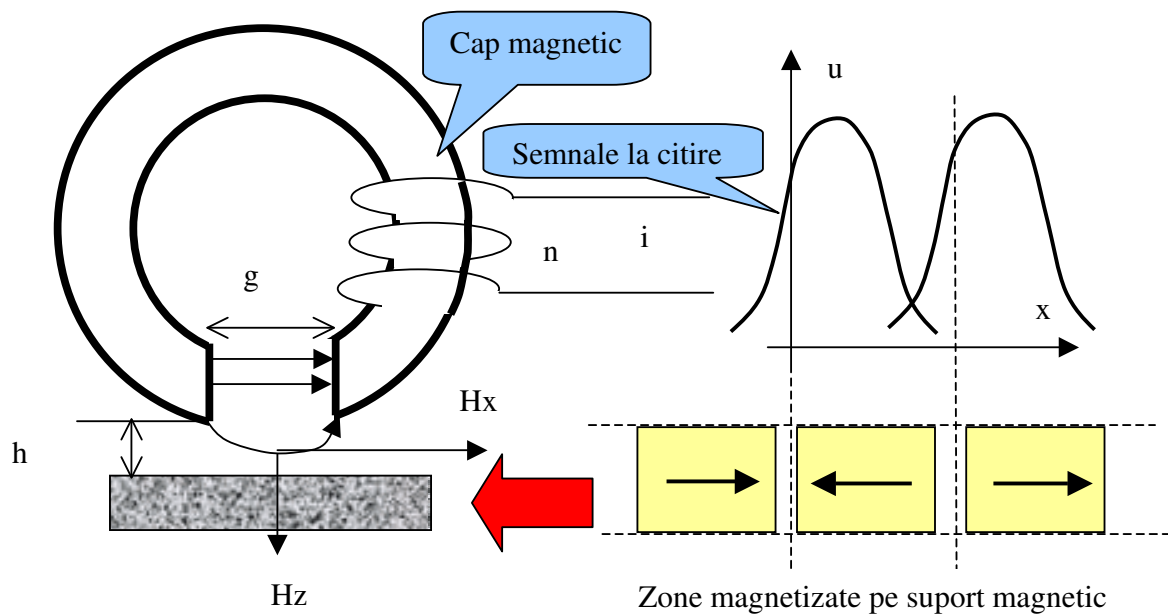


Figura 12.3. Principiul scrierii și citirii magnetice

Capul de scriere citire este un inel cu un întrefier și o înfășurare cu n spire străbătută de curentul i care crează un flux magnetic în vecinătatea spațiului interpolar și care determină o magnetizare a stratului magnetic al mediului de stocare. Scrierea este realizată prin fluxul de dispersie și nu de fluxul prin întrefier. Cu cât întrefierul g este mai mic cu atât densitatea de scriere poate fi mai mare. Componenta H_x a câmpului magnetic este responsabilă de scrierea zonei magnetizate la primele generații de hard discuri, iar componenta H_z este utilizată la noile generații la care zonele magnetizate sunt verticale.

Codarea datelor pentru înregistrarea zonelor magnetizate s-a dezvoltat în timp și a avut următoarea evoluție:

1. Codare FM (Modulație în Frecvență), fiecare bit este precedat de un impuls de tact. În exemplul din figura 12.4. (stânga) se obține un număr de 3 tranziții pentru 2 biți, deci 0,66 biți pe tranziție.

2. Codare MFM (Modified FM). Impulsurile de tact se elimină dacă în celula precedentă sau în cea curentă există un bit de date 1. În exemplul din figura 12.4. (dreapta) sunt 4 biți și 3 tranziții, deci 1,33 biți pe tranziție.

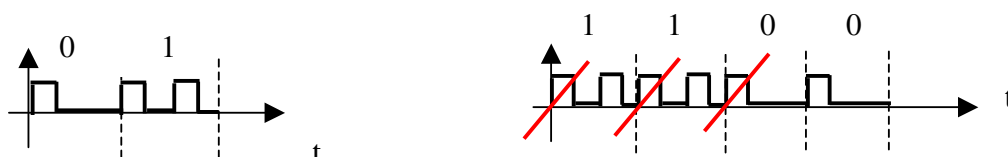


Figura 12.4. Codare FM (stânga) și MFM (dreapta)

3. Codarea RLL (Run-length limited). Codarea inițială RLL realizată de IBM este o codare de grup care admite maxim două valori de zero consecutive conform tabelului alăturat. Se codifică astfel 4 biți cu 5 biți, aproximativ 3,5 tranziții în fiecare grupă de 5 biți, deci 1,43 biți pe tranziție, figura 12.5. stânga.

4. Codarea RLL 1,7 codează 2 biți în grupe de 3 biți. Anumite combinații ale celor 2 biți se codează ținând cont de combinația anterioară, conform tabelului din figura 12.5. (mijloc). 2 biți se codifică în medie cu 1,5 tranziții deci 0,75 tranziții pe bit. În exemplul din figura 12.5 (dreapta) sunt 7 tranziții și 14 biți, ceea ce înseamnă 2 biți pe tranziție.

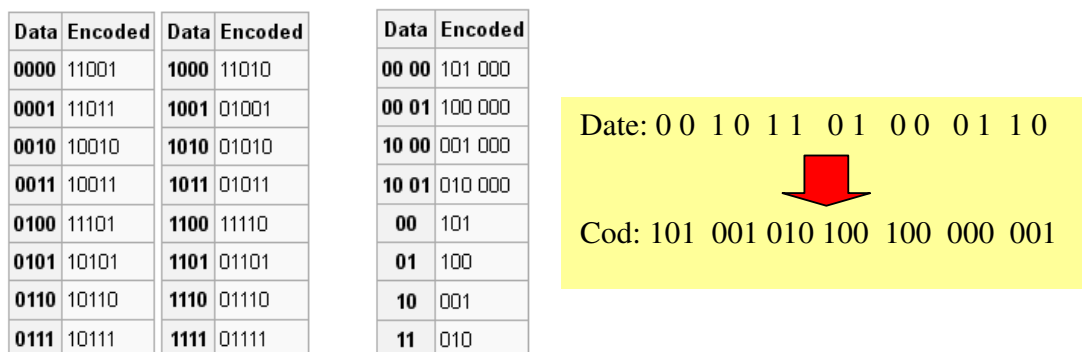


Figura 12.5. Tabele de codare RLL (stânga), RLL 1,7 (mijloc) și un exemplu de codare

Datele sunt aranjate în cilindri, fețe (capete de citire) și sectoare, aranjarea fiind numită CHS (Cylinder-Head-Sector), figura 12.6. Cilindrul este ansamblul pistelor cu același număr de pe toate fețele discurilor. Structura unui sector depinde de tipul și fabricantul hard discului.

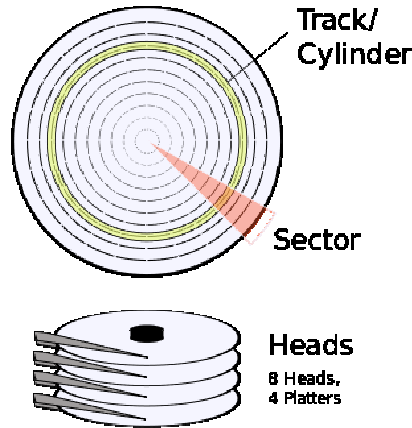


Figura 12.6. Aranjarea datelor pe hard disc în cilindri, fețe și sectoare (CHS, Cylinder-Head-Sector)

În fiecare sector datele sunt aranjate sub formă de cadre de date, ceea ce plasează codificarea datelor alături de interfețele seriale cu informația de sincronizare atașată unui cadru (USB, Ethernet, SATA, etc.).

Cadrul de date, figura 12.7. conține un câmp de identificare sector și un câmp de date, separate de un interval.

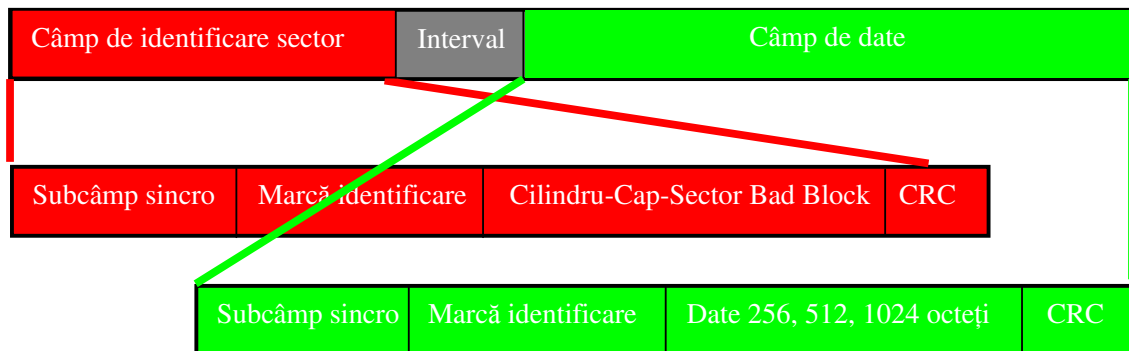


Figura 12.7. Cadrul de date

Subcâmpul de sincronizare este necesar pentru ca bucla PLL de refacere a tactului din datele citite la receptor să se poată sincroniza. Marca de identificare are o structură specială care nu respectă regula de codare, de exemplu are o succesiune de nivele de zero sau de unu mai lungă decât cea maxim admisă de codarea de grup. Informația utilă este formată din numărul cilindrului, al capului și a sectorului curent, precum și marcări speciale cum ar fi Bad Block. Un sector marcat cu Bad Block de o acțiune de formatare nu este citit sau scris.

1.3. Codarea pe suporturile optice

Unitatea optică citește sau scrie date codificate binar pe un suport circular, numit disc optic (CD, DVD sau BlueRay).

În 1961 David Paul Gregg a înregistrat în SUA patentul unității optice. Music Corporation of America (MCA) a cumpărat patentul lui Gregg împreună cu toată compania lui. Acest reper istoric constituie începutul primei etape, **etapa CD**. În această etapă un CD poate înmagazina 700MB pe o față.

În 1989 Pioneer a înregistrat un patent pentru unități optice care a adus beneficii financiare substanțiale. După acest an a fost dezvoltată a doua etapă istorică a unităților optice, **etapa DVD**. Un DVD poate înmagazina circa 4,7GB sau 8GB (dual layer) pe o singură față.

După anul 2000 un grup de firme (Apple, Dell, Hitachi, HP, JVC, LG, Mitsubishi, Panasonic, Pioneer, Philips, Samsung, Sharp, Sony, TDK și Thomson, grupate în asociația BDA Blu-ray Disc Association) au dezvoltat tehnologia **Blu-ray** care constituie **etapa a treia** în dezvoltarea unităților optice. Capacitatea este de 25GB sau 50GB (dual layer) pe o singură față.

În etapa a patra se prevede atingerea unor capacități de ordinul a un terabyte în tehnologii holografice sau cu discuri din materiale speciale.

Suportul este format dintr-un substrat transparent care protejează stratul care conține informația, figura 12.8. Informația este codificată prin adâncituri (ridicături) aranjate sub forma unei piste spirale. Ridicăturile au dimensiunea de $1/4$ și o rază laser incidentă pe o ridicătură este reflectată 30% iar incidentă pe o adâncitură este reflectată 100%. Un strat reflectorizant asigură reflexia razei laser și este protejat de un strat protector pe care se poate aplica eticheta comercială. Datele numerice din figură se referă la discul CD. Există suporturi de informație care pot fi scrise pe ambele părți, acestea având o structură simetrică. Principalele componente ale unei unități optice sunt arătate în figura 12.9.

Paralelă între stocarea datelor și transmisia serială

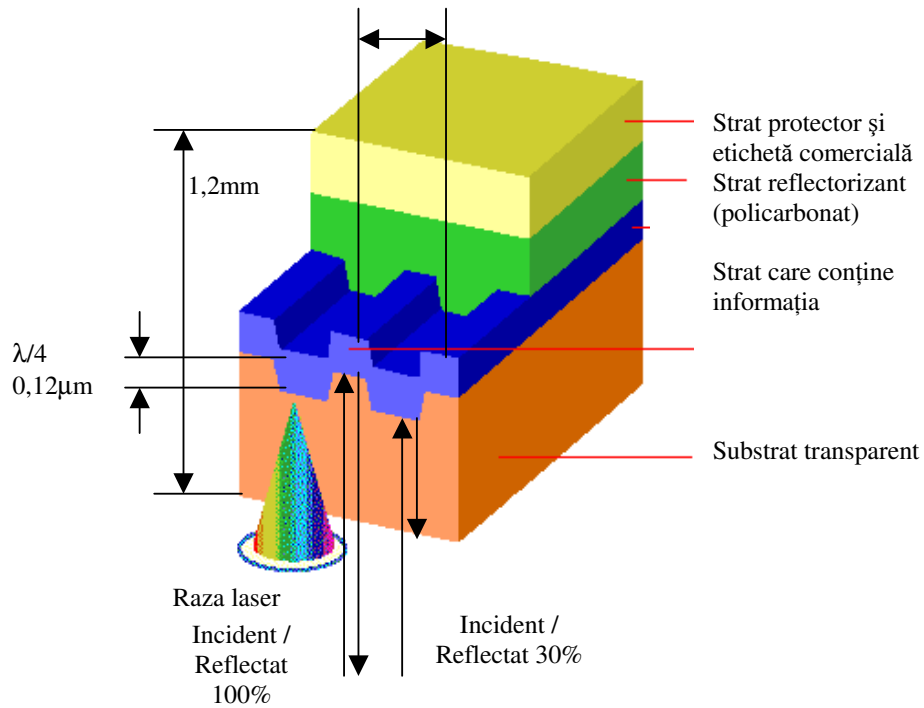


Figura 12.8. Principiul citirii optice

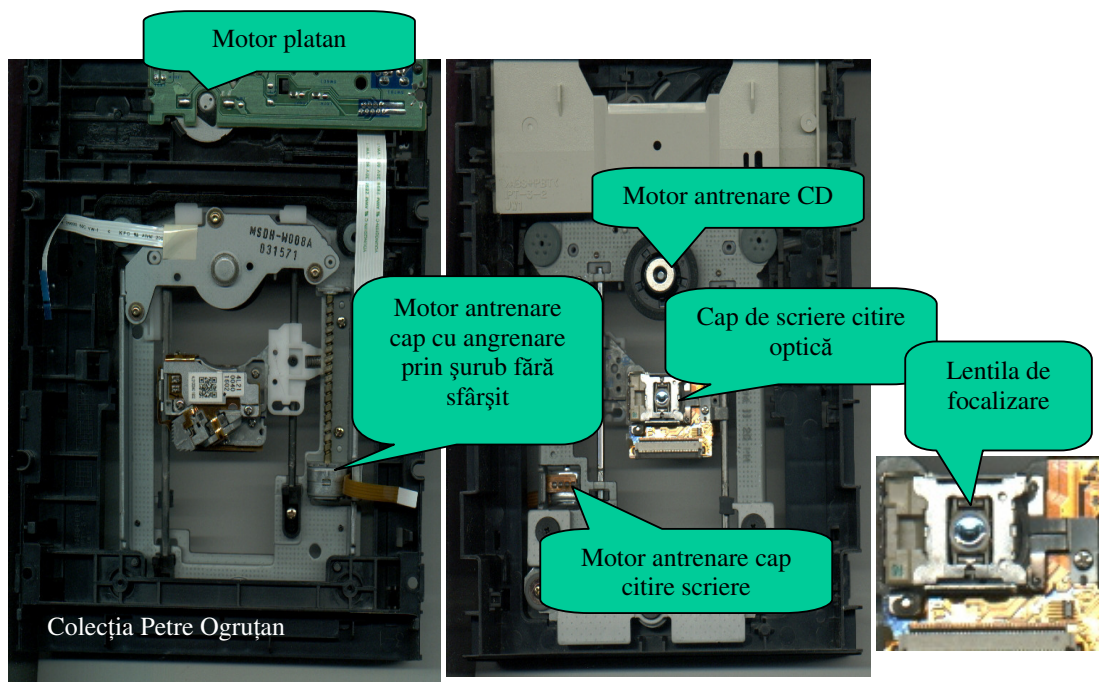


Figura 12.9. Principalele componente ale unității optice

Codificarea datelor pe suporturile optice este realizată prin EFM la CD și EFM PLUS la DVD. Codarea EFM (**Eight-to-fourteen modulation**) se afirmă că a fost inventată de Kees A. Schouhamer Immink (sursa http://en.wikipedia.org/wiki/Eight-to-fourteen_modulation). Acest inventator și om de știință danez a avut contribuții însemnate la dezvoltarea tehnologiei optice.

Regula de codare EFM este ca între două valori de unu logic să existe intercalate minimum două și maximum 10 valori de zero logic, codate NRZI (Non Return to Zero Inverted). La un cod de 14 biți la care există $2^{14} = 16384$ combinații, 267 dintre acestea îndeplinesc condiția EFM, deci acoperitor pentru a putea codifica cele 256 de combinații ale cuvintelor pe 8 biți. Astfel prin codarea EFM fiecărui cuvânt de 8 biți îi corespunde un cod de 14 biți. Corespondența cuvintelor de 8 biți cu cele de 14 biți este realizată practic prin tabele de conversie hardware, lista corespondențelor între cuvintele de 8 biți și codurile EFM corespunzătoare fiind dată de exemplu în http://www.laesieworks.com/digicom/Storage_CD_8to14.html.

Codificarea unui cuvânt de 8 biți și înscrierea lui pe un suport optic poate fi exemplificată în figura 12.10.

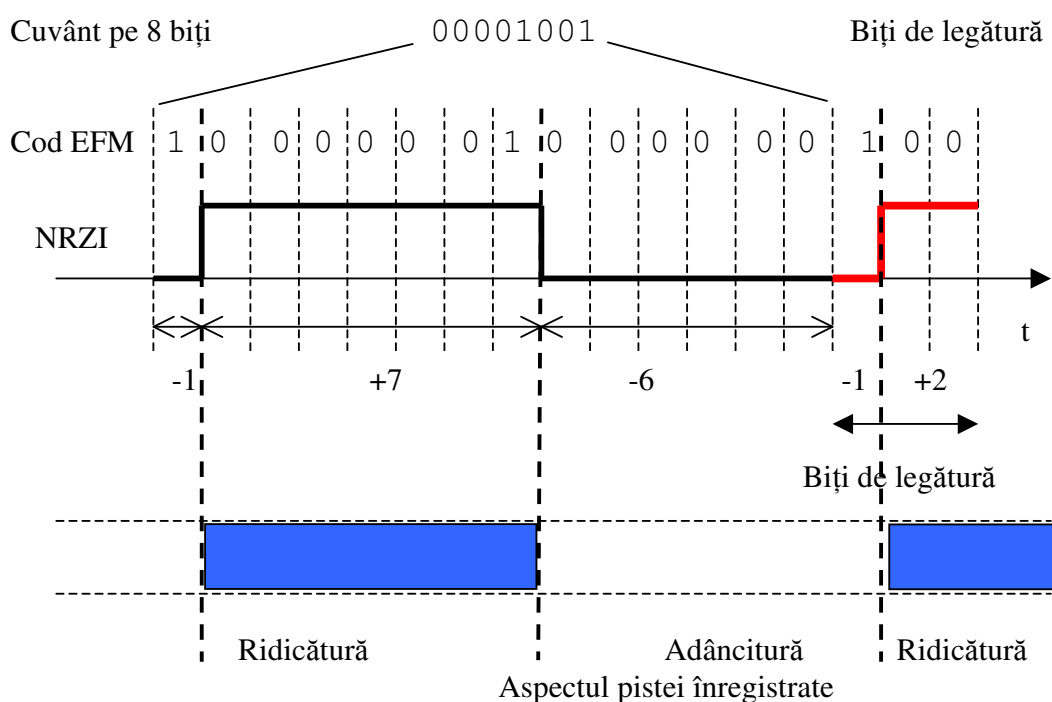


Figura 12.10. Codarea EFM

Paralelă între stocarea datelor și transmisia serială

Pentru ca semnalul codat să conțină o componentă continuă cât mai mică, după cuvântul codat EFM se adaugă 3 biți, numiți biți de legătură (merging bits). Se calculează pentru fiecare cuvânt codat EFM suma digitală (DSV Digital Sum Value) prin adăugarea unui +1 pentru fiecare celulă bit în care semnalul este în 1 logic și -1 pentru fiecare celulă bit în care semnalul este zero. Se adaugă grupul de 3 biți astfel încât DSV să fie cât mai aproape de zero. Dacă suma digitală este aproape de zero înseamnă că semnalul stă intervale de timp aproape egale în zero logic și unu logic. Semnalul astfel codat se înscrie pe suportul optic sub forma unor ridicături și adâncituri ca în imaginea de jos din figura 12.10.

Se poate vedea că această codificare este autosincronizabilă și intră în categoria codificărilor de grup. Eficiența codificării este mare, în acest exemplu au fost codificați 8 biți cu 3 tranziții, adică 2,66 biți pe tranziție.

Codificarea EFM PLUS utilizată la DVD are aceleași reguli de codificare dar lipsesc biții de legătură. Codul EFM PLUS este generat de un automat finit.

12.4. Concluzii

Din acest modul se poate vedea că la transmisiile seriale și la stocarea pe suporturi magnetice și optice codările sunt asemănătoare, ceea ce dovedește o frumoasă unitate a teoriei aplicate. Imagini sugestive ale zonelor înregistrate sunt date în figura 12.11. la un hard disc și în figura 12.12. la un CD.

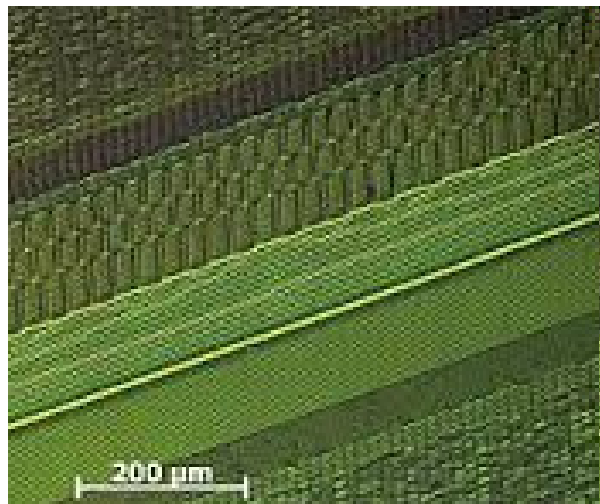


Figura 12.11. Imagine a datelor scrise pe un hard disc, sursa:
http://en.wikipedia.org/wiki/Hard_disk_drive

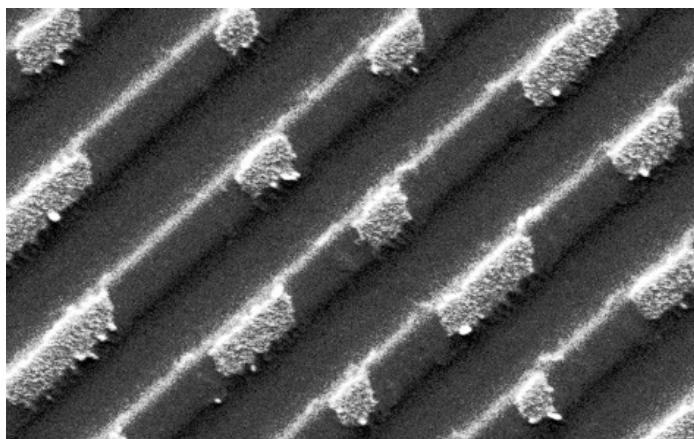


Figura 12.12. Imagine a datelor scrise pe un CD cu polimeri care reflectă lumina, imagine mărită de 10000 de ori, sursa: <http://www.polymersolutions.com/psi-newsletter-archive/november-psi>

Un alt exemplu de viziune unitară aplicată la diversele metode de stocare apare în tabelul din figura 12.11.:

Device	Critical feature-size F	Area (F^2)	Density (Gbit /sq. in)
Hard Disk	50 nm (MR width)	1.0	250
DRAM	45 nm (half pitch)	6.0	50
NAND (2 bit)	43 nm (half pitch)	2.0	175
NAND (1 bit)	43 nm (half pitch)	4.0	87
Blue Ray	210 nm ($\lambda/2$)	1.5	10

Figura 12.11. Tabel comparativ al limitelor principiilor de stocare

Analiza comparativă arată unitatea modurilor de stocare a informației. Principiile de stocare cu semiconductori, optice și magnetice pot fi comparate prin densitate și preț, (sursa <https://www.usenix.org/legacy/event/fast10/tutorials/T2.pdf>).



Rezumat

În acest modul de descriu moduri de codare a informației pentru scrierea pe suporturi magnetice și optice. La scrierea pe suporturi magnetice se tratează codarea FM și MFM (codări istorice) și RLL iar la scrierea pe suporturi optice se tratează codarea EFM. Este subliniată similitudinea dintre transmisia serială și scrierea pe suporturi de stocare a informației și se arată că toate codările utilizate se încadrează în teoria generală a codurilor seriale. Stocarea datelor se face prin codarea serială sincronă autosincronizabilă cu codare de grup și aranjarea datelor în cadre de date.



Bibliografie

1. M. Romanca, P. Ogrutan, *Sisteme cu calculator incorporat. Aplicații cu microcontrolere*, Editura Universitatii Transilvania Brasov, 2011, pag. 1-4
online la:
<http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/Microcontrolere2011/3-usb-ieee1394.pdf>
2. R. Freitas, L. Chiu, *Solid-State Storage: Technology, Design and Applications*, IBM Almaden Research Center, 2010, online:
<https://www.usenix.org/legacy/event/fast10/tutorials/T2.pdf>
3. P. Ogruțan, Cursuri PowerPoint, online:
http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/materiale_de_studiu.htm

Test de autoevaluare



1. La o unitate de hard disc timpul de poziționare și timpul de transfer...:

R

- (a) reflectă viteza cu care datele sunt citite de pe pista pe care sunt poziționate capetele
- (b) reflectă viteza de lucru a hard discului
- (c) sunt diferite, unul arată timpul în care se poziționează capetele și unul arată timpul de transfer
- (d) timpul de transfer al unui octet este mai mare decât timpul de poziționare

I. Vezi pagina 3

2. Următoarele metode de codare a informației pe hard disc sunt autosincronizabile:

R

- (a) FM
- (b) MFM și FM
- (c) RLL și RLL 1,7
- (d) toate

I. Vezi pagina 5

3. Între structura cadrelor la înregistrarea pe hard disc și cele din transmisia USB există următoarele asemănări:

R

- (a) cadrul începe cu un câmp / subcâmp de sincronizare
- (b) cadrele se termină cu verificarea CRC
- (c) identificarea tipului cadrului se face cu mărci, la care succesiunea de biți nu respectă regula de codare
- (d) cadrele de date au o lungime fixă

I. Vezi pagina 9 și 10 și modulul de USB

4. Codarea EFM asigură o eficiență ridicată pentru că:

R

- (a) admite un număr mare de valori logice identice succesive
- (b) biții de legătură sunt doar 3 la un cod de 14 biți
- (c) corespondența între coduri și cuvintele codate se face prin tabele de conversie
- (d) semnalul codat se înscrie sub forma unor adâncituri și ridicături

I. Vezi pagina 9 și pagina 10

5. Aranjarea informației la hard disc se face pe piste concentrice iar la CD pe piste spirale

R

adevărat

fals

I. Vezi pagina 6 și 7

R

Răspunsuri corecte:

1. b, c, pagina 3
2. d, nu se poate stoca informație pe un suport fizic decât cu coduri autosincronizabile. Primele moduri de stocare (pe banda magnetică) la început s-a înregistrat tactul pe o pistă alăturată datelor. Astfel, acest sistem este asemănător cu comunicația prin transmisia tactului.
3. a, b, pagina 6 și cursul despre USB
4. a
5. adevărat, paginile 6 și 7