

Petre Lucian Ogruțan

CALCULATOARE ELECTRONICE



Editura Universității Transilvania din Brașov, 2016

ISBN 978-606-19-0757-1

Recenzenți:

Prof. dr.ing. Georghe TOACŞE, Departamentul de Electronică și Calculatoare, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, Universitatea Transilvania din Brașov

Prof. dr.ing. Mihai ROMANCA, Departamentul de Electronică și Calculatoare, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, Universitatea Transilvania din Brașov

Coperta: detaliu dintr-o pictură a artistei brașovene Iulia Schiopu, <https://www.facebook.com/iulia.schiopu.5>

Simbolurile din domeniul tehnicii de calcul sunt preluate de pe site-ul Shutterstock, <http://www.shutterstock.com/>

“Această carte, scrisă pentru specialiștii din afara domeniului de calculatoare este o premieră în limba Română și se remarcă prin:

- o O structurare originală a materialului prezentat, adaptat la nivelul cititorilor țintă;
- o O tratare extinsă și completă a domeniului de calculatoare electronice, cu exemplificări de realizări și aplicații dintre cele mai recente;
- o O expunere clară, cu o grafică potrivit aleasă, cu explicații într-un limbaj simplu, fără o abundență de termeni profesionali, reușind ca vastul domeniu al "neînțeleselor" calculatoare să poată fi înțeles. Astfel cartea este atrăgătoare și în același timp foarte utilă pentru neprofesioniști.”

Extras din referatul dl. prof. dr.ing. Georghe TOACŞE

De ce și pentru cine am scris această carte?

Se scriu multe cărți despre calculatoare. Această carte exprimă o viziune generală asupra calculatoarelor electronice digitale în interacțiunea lor cu utilizatorul uman și cu mediul, cu avantajele lor dar și cu limite. Aria de cuprindere a cărții nu se limitează la calculatoare PC extinzându-se spre telefoane inteligente, microcontrolere și echipamente periferice. Această viziune globală este firească în acest stadiu al dezvoltării tehnicii de calcul și ea poate fi remarcată în cartea lui Hennessy și Patterson, *Computer Architecture* din 2012 [1].

Materialul dedicat calculatoarelor electronice din această carte este destinat în primul rând inginerilor și specialiștilor din domenii tehnice. Cartea poate fi citită însă de oricine care dorește să aibă o imagine de ansamblu a calculatoarelor, cu excepția unor părți mai dificile din anumite capitole peste care se poate sări. Materialul poate fi folosit de studenții de la programele de studiu în domeniile inginerie electrică, mecanică, construcții etc. pentru a face cunoștință cu un domeniu extrem de vast și dinamic. Materialul a fost conceput în ideea de a constitui o lectură ușoară și plăcută care să prezinte informațiile necesare înțelegerii calculatoarelor și a terminologiei utilizate în domeniu. Elevii termină liceul având competențe de operare a calculatorului, competențe pe care le are o mare parte a populației adulte datorită pretențiilor locului de muncă. De aceea acest material nu conține informații despre aplicații software ci este focalizat către descrierea simplificată a calculatoarelor din punctul de vedere al structurii și arhitecturii lor, într-o imagine globală care cuprinde comunicațiile și cele mai importante echipamente periferice. Pentru a face materialul cât mai plăcut de parcurs justificările matematice sunt cât mai reduse. Din același motiv materialul conține multe ilustrații iar bibliografia este dată în text acolo unde a fost referită, la sfârșit există doar titlurile care pot oferi documentare suplimentară. Imaginele componentelor de calculator și capturile de ecran au rolul de a face acest material cât mai practic, atractiv și ușor de parcurs. Am văzut cărți pentru începători care au doar ecuații și scheme. Cum poate o asemenea carte să genereze la un amator de calculatoare plăcerea de a învăța mai mult?

Este o provocare să alegi din cunoștințele de calculatoare care în acest moment sunt vaste pe cele care ar trebui să le aibă un nespecialist. Unii au afirmat că poți lucra cu aplicațiile dorite fără nicio cunoștință de hardware iar alții afirmă că

trebuie să știi totul, ambele extreme fiind exagerări. Dacă ascultă dialogurile tinerilor poți să observi că terminologia utilizată este una foarte modernă. De exemplu doi copii cam de clasa a V-a discutau în autobuz despre plăci video, în stilul băieților “- eu sunt mai tare decât tine, placa mea video este pe 128 de biți”. Acest dialog, și multe dialoguri asemănătoare se bazează pe frânturi de caracteristici tehnice din reclame și nu pe cunoștințe. Materialul selectat și propus de mine constituie ceea ce cred eu că este minimul necesar să știe un inginer despre calculatoare, aspecte de structură, care să-i permită nu numai să poarte un dialog dar să poată propune soluții de dotare și configurare. Din experiență știu că multă lume este derutată de avalanșa de caracteristici, fără ca cineva să spună care sunt cele importante și care sunt mai puțin importante. În această carte încerc să clarific care sunt noțiunile importante, în opinia mea. Am introdus un capitol de fiabilitate pentru că această caracteristică a componentelor este trecută sub tacere și nu puțină lume este luată prin surprindere când ceva se strică. La fel, la stocarea informației am abordat aspecte ale duratei de stocare și un concept unitar de viziune a stocării. Pentru a justifica cititorului importanța parcurgerii acestei cărți am introdus un capitol numit “La ce folosesc cunoștințele despre calculatoare?” pentru că mi-am dat seama în cursul activității didactice că studenții citesc cu mai mare placere un material dacă au convingerea că le va folosi. Poate că acest capitol ar trebui citit primul. Un alt capitol care poate stârni interesul cititorului este cel dedicat telefonului mobil. În acest capitol încerc să demonstreze că telefonul intelligent are o structură de calculator prin faptul că multe elemente din structura lui au fost tratate în această carte, cu link-uri către locul unde au fost tratate. Am fost întrebat de multe ori cât este de dăunător sănătății să existe un router wireless în camera în care dormi sau cât de dăunător este să utilizezi un telefon mobil. Am prezentat poziția mea în acest domeniu într-un capitol dedicat influenței câmpului electromagnetic asupra sănătății. Acest capitol are numărul 13, număr predestinat temei tratate. Mi-am permis în unele capitole să prezint păreri personale și îmi cer scuze cititorilor pentru această vanitate.

În acest material există multe referiri la istorie. Un citat atribuit lui Jorge Agustín Nicolás Ruiz de Santayana este “Cei care nu pot învăța din istorie sunt condamnați să o repete”. Cititorul poate găsi lecții utile de viață citind paragrafele de istorie, de exemplu realizările tinerilor, cum este cea a studentului Bernard Silver care a inventat codul de bare în 1948, a studentului Peter Decker de la Aachen University din Germania care a avut contribuții la inventarea transmisiei de date prin telefonia mobilă, a studentului Robert Wilson care a inventat monitorul cu plasmă în 1964 sau a studentului Gene Dolgoff care a inventat projectorul LCD în 1984. Pentru a stimula modestia la băieții care sunt majoritari la inginerie și pentru a justifica prezența fetelor la

în carte este pomenită Hedy Lamarr și invenția ei, transmisia cu salt de frecvență care se află la baza majorității sistemelor de comunicație actuale.

O parte a materialului din carte este preluat, prelucrat, sintetizat și prezentat într-o manieră proprie, menționând sursa inițială a materialului. O altă parte se bazează pe cercetările proprii și pe proiectele de diplomă a studenților pe care i-am coordonat în decursul anilor. În calitate de cadru didactic la Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor din cadrul Universității Transilvania din Brașov mi-au fost puse din 1991 până în prezent foarte multe întrebări despre calculatoare. În calitate de consultant al unei firme de calculatoare am fost întrebat de asemenea de foarte multe ori. Aceste întrebări puse de-a lungul timpului m-au convins de necesitatea unei cărți în care să răspund la cele mai frecvente întrebări. Bineînțeles că răspunsurile sunt presărate de-a lungul cărții, iar conținutul acesteia nu este centrat pe răspunsuri ci pe descrierea logică a calculatoarelor electronice și a celor mai importante echipamente periferice.

O problemă care apare în domeniul cărților de calculatoare este limba în care sunt scrise. Excesul de termeni preluati din engleză este uneori obositor. Traducerea acestor termeni, uneori incorectă, poate fi chiar mai obositoare pentru cititor. Am încercat să păstreze un echilibru, în aşa fel încât să fiu criticat în mod egal atât de cei care și-ar fi dorit mai mulți termeni în engleză cât și de cei care ar fi dorit mai mulți termeni traduși.

Multe din cărțile științifice care apar acum sunt orientate către domenii înguste, în care oferă detalii originale. Această carte acoperă un domeniu foarte larg iar selecția realizată de mine este una subiectivă. Am introdus în materialul prezentat elemente originale, dar mai important decât acestea este conceptul de selecție și organizare a informației cu scopul de a fi ușor și plăcut de citit. Ca urmare aștept păreri despre acest material, atât despre ce este bun cât și despre ceea ce trebuie schimbat. În acest domeniu informația este atât de dinamică încât îi rog pe cititori să se grăbească să parcurgă cartea acum, peste câțiva ani aproape tot ce am scris va fi depășit.

Petre Ogruțan

Cuprins

De ce și pentru cine am scris această carte?	3
Cuprins.....	6
1.Definiția și istoria calculatoarelor	8
1.1.Primele mașini de calcul	9
1.2.Calculatorul digital.....	12
1.3.Istoria calculatoarelor românești	17
2.Procesarea și memorarea datelor	19
2.1.Noțiuni introductive despre unitatea centrală de prelucrare date și memorie....	19
2.2.Aritmetică calculatoarelor.....	22
2.3.Analog, digital, paralel, serial și informații utile	27
2.4.Structura și funcționarea unui procesor	31
2.5.Magistrale și arhitecturi bazate pe magistrale.....	32
2.6.Microcontrolere	36
2.7.Cât este de greu de realizat o aplicație cu microcontroller?	40
2.8.Diversitatea interfețelor și importanța cunoașterii lor	42
2.9.Câteva interfețe seriale tipice	45
3.Stocarea datelor	57
3.1.Stocarea datelor pe suporturi magnetice	57
3.2.Stocarea datelor pe suporturi semiconductoare	62
3.3.Stocarea datelor pe suporturi optice.....	64
3.4.Concluzii	71
4.Rețele de calculatoare	73
4.1.Codificarea datelor seriale	73
4.2.Istoric, topologie și mediul de transmisie	74
4.3.Organizarea rețelei	76
4.4.Configurarea rețelei	78
4.5.Conecțarea rețelei de calculatoare la Internet și programarea unui router.....	81
4.6.Alte dispozitive IP.....	84
5.Comunicații fără fir	88
5.1.Introducere și istoric	88
5.2.Modulația datelor	90
5.3.Acces în rețele locale (Wireless Local Area Network).....	93
5.4.Acces în rețele extinse (Wide Area Network (WAN))	95
5.5. Rețele de senzori (Wireless Sensor Networks (WSN))	98
5.6.Identificarea prin frecvență radio RFID.....	102
5.7.Concluzii	104
6.Afișarea imaginilor	106
6.1.Afișaje LCD	106
6.2.Afișaje cu plasmă.....	111
6.3.Afișaje electroluminiscente.....	113
6.4.Proiectoare LCD	115
6.5.De ce este nevoie de controlere grafice?	117

7.Imprimarea.....	125
7.1.Imprimarea: istoric, caracteristici, imprimarea color.....	125
7.2.Imprimarea electrofotografică	131
7.3.Imprimarea cu jet de cerneală	134
7.4.Imprimarea cu cerneală solidă	140
7.5.Imprimarea termică.....	141
7.6.Imprimarea 3D	144
7.7.Cum se poate proiecta o imprimantă?.....	148
7.8.Imprimantele și protecția mediului	149
8.Echipamente de legătură om calculator	154
8.1.Ecrane sensibile la atingere (Touchscreen).....	154
8.2.Tableta grafică	158
8.3.Scanner.....	162
8.4.Este diferită imaginea preluată cu tableta grafică de imaginea scanată?	168
8.5.Scanner de coduri de bare	169
8.6.Plotter	172
9.Multimedia și realitatea virtuală	174
9.1.Multimedia în calculatoarele personale	174
9.2.Realitatea virtuală, simulare și proiecție	178
9.3.Realitatea virtuală prin imersiune	182
9.4.Giroscopul.....	188
10.Telofonul mobil ca și calculator	191
10.1.Istoria telefonului mobil.....	192
10.2.Structura telefonului mobil	194
10.3.Alimentarea cu energie	197
10.4.Descrierea unor module interne din telefoanele inteligente	201
11.Putem estima cât timp va funcționa un echipament de calcul?.....	213
11.1.Estimarea fiabilității unui sistem	215
11.2.Sisteme tolerante la erori	217
12.La ce folosesc cunoștințele despre calculatoare?	223
12.1.Importanța cunoștințelor de calculatoare pentru cei care cred că nu au nevoie de aceste cunoștințe.....	223
12.2.Necesitatea cunoștințelor de calculatoare pentru inginerii care lucrează în tehnologia materialelor	225
12.3.Cum sunt construite calculatoarele? De ce trebuie să știe calculatoare inginerii care lucrează în tehnologia electronică	231
13.Cât sunt de periculoase câmpurile electromagnetice generate de funcționarea calculatoarelor și a transmisiilor fără fir?	240
13.1.Telofone mobile	240
13.2.Rețeaua de transport a energiei electrice. Măsurarea câmpului electric.....	247
13.3.Dispozitive absorbante a radiației electromagnetice.....	250
14.Viruși și atacuri cibernetice	253
14.1.Istoric, prezent și viitor	253
14.2.Viruși și antivirusi.....	255
14.3.Metode de protejare	260
15.Bibliografie	265

1.Definiția și istoria calculatoarelor

Un calculator, numit și sistem de calcul, computer sau ordinatator, este o mașină de prelucrat date conform unei liste de instrucțiuni numită program (<https://ro.wikipedia.org/wiki/Calculator>). Un calculator, definit prin ceea ce poate face și ceea ce conține este un ansamblu a cinci componente:

- 1.Un mediu de intrare prin care se introduc date și programe din exterior;
- 2.O unitate centrală care prelucrează aceste date;
- 3.Un program care asigură ordinea de efectuare a operațiilor pentru obținerea rezultatelor dorite;
- 4.O memorie în care se stochează date, rezultate parțiale și rezultate finale;
- 5.Un mediu de ieșire prin care rezultatele sunt furnizate operatorului.

Una dintre personalitățile majore care a contribuit la realizarea calculatoarelor a fost John Von Neumann, un savant american de origine maghiară care a trăit între anii 1903-1957, cu contribuții importante în domeniile mecanicii cuantice, a teoriei economice, a teoriei jocurilor, a mecanicii fluidelor, a arhitecturii calculatoarelor digitale, programarea calculatoarelor, fizica nucleară și construirea primei bombe cu hidrogen etc. John von Neumann putea rezolva în minte probleme dificile, cum ar fi de exemplu însumarea seriilor infinite. Contribuțile lui principale la dezvoltarea calculatoarelor sunt: arhitectura pe bază de magistrale, ierarhizarea memoriilor și redundanța. Aceste contribuții stau la baza calculatoarelor moderne. Una dintre contribuții- automatele cu auto replicare și răspândire în progresie geometrică nu a fost încă aplicată decât în Science Fiction (replicanții din Star Gate).

Dacă o persoană este solicitată să dea un exemplu de calculator, cel mai probabil răspuns va fi PC-ul (Personal Computer) sau notebook-ul. Calculatoarele personale s-au răspândit mult și foarte multă lume deține un calculator personal sau lucrează la locul de muncă pe un asemenea calculator. Calculatoarele sunt însă mult mai variate ca și dimensiuni, putere de calcul și utilitate. În partea superioară a performanțelor se află supercalculatoarele care oferă spații de stocare și putere de calcul clienților, accesibile prin Internet și formând aşa numitul “cloud” (nori în românește). În partea de jos a performanțelor se află sistemele pe bază de calculator (embedded în engleză) care conduc funcționarea majorității aparatelor actuale, de exemplu a telefoanelor mobile, a centralelor termice, a interfoanelor de bloc, a alarmelor auto, a televizoarelor etc. Oamenii sunt înconjurați de aceste sisteme pe bază de calculator și, pentru că un card bancar are un circuit integrat (chip în engleză) care îndeplinește criteriile din definiția lui von Neumann, înseamnă că fiecare persoană modernă are cel puțin două calculatoare asupra sa, cardul și telefonul mobil.

Dacă toată lumea este acum obișnuită să aibă conectivitate Internet prin telefonul mobil, în ultima vreme un nou concept descrie integrarea tuturor dispozitivelor pe bază de calculator în Internet. Acest concept se numește Internetul lucrurilor (Internet

of Things (IoT)) și va permite ca frigiderul să comande produse online când acestea se termină, să poți porni centrala termică prin smartphone și filtrul de cafea înainte de a ajunge acasă dintr-o călătorie, televizorul să aleagă emisiunile preferate în funcție de persoana care privește și este recunoscută prin analiză de imagine etc.

1.1. Primele mașini de calcul

Din punct de vedere istoric abacul a fost primul dispozitiv de calcul, folosit prima oară în Babilon în 2400 B.C. Un dispozitiv interesant, Antikytera încă este insuficient înțeles. El a fost construit în anii 100-150BC dar are o complexitate atinsă de maeștrii elvețieni care făceau ceasuri abia în secolul XVII, figura 1.1. Se pare că a fost construit în insula Rodos de către greci, existând o legătură între dispozitiv și filozoful Arhimede. Se presupune că se utiliza în scopuri astronomice. Dispozitivul a fost găsit împreună cu un manual de utilizare. Pentru studierea lui a fost fondat Antikythera Mechanism Research Project, un proiect internațional. Dispozitivul a fost studiat cu amănuințime, inclusiv cu raze X și a fost concepută o schemă. După această schemă a fost reconstruit și expus la un muzeu.



Figura 1.1. Dispozitivul Antikythera, sursa
http://en.wikipedia.org/wiki/Antikythera_mechanism

Ceasul astronomic construit de Al-Jazari în 1206 a fost primul calculator analogic mecanic programabil care arăta date astronomice - durata zilei și nopții, fazele lunii etc. A urmat apoi John Napier care a descoperit modul de efectuare a înmulțirilor și împărțirilor prin adunări și scăderi, ceea ce adus în 1620 la descoperirea riglei de calcul (figura 1.2.) folosită până la apariția calculatoarelor de buzunar (inclusiv de primele expediții Apollo în spațiul cosmic).

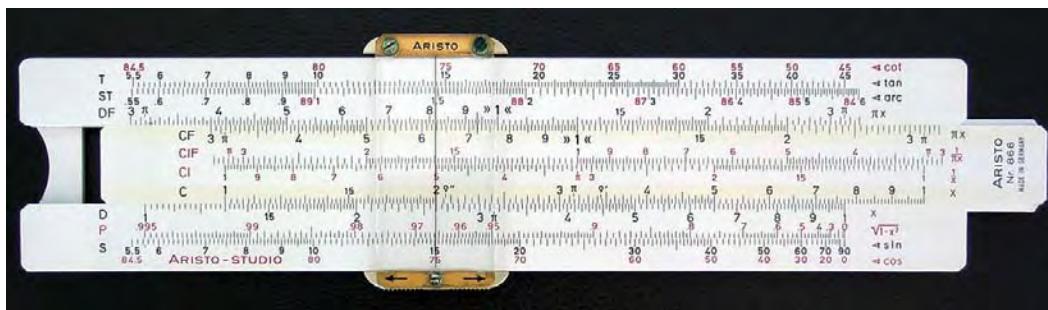


Figura 1.2. Rigla de calcul, sursa http://ro.wikipedia.org/wiki/Rigl%C4%83_de_calcul

Wilhelm Schickard a realizat primul calculator mecanic în 1623, apoi au urmat Blaise Pascal (Figura 1.3.) și Leibnitz.



Figura 1.3. Calculatorul lui Blaise Pascal, (1642), sursa
http://en.wikipedia.org/wiki/Blaise_Pascal

În 1725 Basile Bouchon a imaginat și realizat sistemul de memorare cu perforări pentru mașinile de prelucrare a țesăturilor, figura 1.4.:



Figura 1.4. Mașina lui Bouchon, sursa http://en.wikipedia.org/wiki/Basile_Bouchon

În 1833 Charles Babbage a construit primul calculator mecanic cu hârtie perforată la intrare de date și un motor cu abur ca sursă de alimentare, figura 1.5. Calculatorul nu a funcționat niciodată, dar principiile au fost corecte.

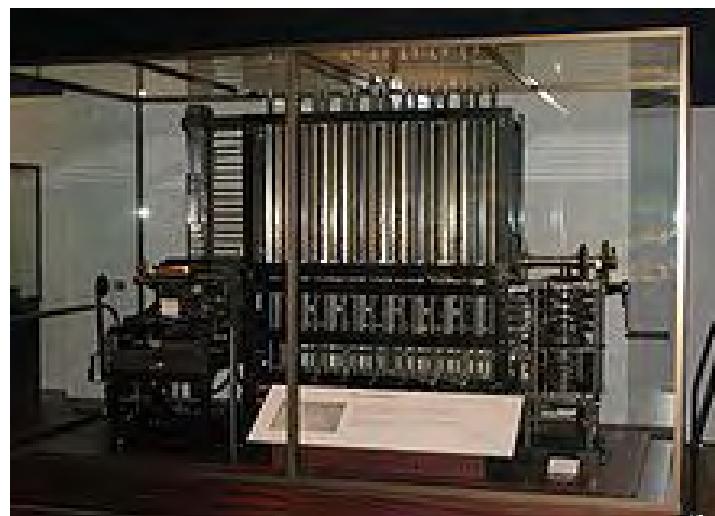


Figura 1.5. Primul calculator mecanic construit de Charles Babbage, sursa
http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Babbage

Un pas înainte în domeniul portabilității datelor a fost apariția cartelelor perforate. Prima realizare a fost mașina lui Hermann Hollerith (1890), cu cartele perforate, folosită la recensământ în SUA, figura 1.6.:



Figura 1.6. Mașina lui Hollerith cu cartele perforate, sursa
http://en.wikipedia.org/wiki/Herman_Hollerith

Începând din anii 1900 au fost construite diverse tipuri de calculatoare mecanice. Au fost construite calculatoare mari, cum este calculatorul mecanic diferențial de la Cambridge în 1938 dar și calculatoare portabile, de exemplu calculatorul CURTA în 1948, figura 1.7.



Figura 1.7. Calculatoare mecanice, construit la Cambridge (stânga) și Curta (dreapta)
sursa http://ro.wikipedia.org/wiki/Istoria_ma%C8%99inilor_de_calcul

1.2. Calculatorul digital

Un pas înainte esențial în dezvoltarea calculatoarelor a fost apariția calculatoarelor digitale, în care prelucrarea și stocarea informației se face binar. Teoria calculatoarelor digitale a fost inițiată prin lucrările: lui Alan Turing (1936) care a definit arhitectura calculatorului digital și structura algoritmului de execuție a unui program de pe o bandă perforată și a lui John Von Neumann care a conceput arhitectura unui calculator pe bază de magistrale.

Konrad Zuse a realizat în Germania primul calculator mecanic digital (Z1) în 1938 și unul cu relee (Z3 în 1941), figura 1.8., opera lui fiind parțial distrusă în al doilea război mondial și astfel necunoscută în mare parte de lumea modernă.



Figura 1.8. Calculatorul Z1 a lui Konrad Zuse, reconstituit, sursa
http://en.wikipedia.org/wiki/Z1_%28computer%29

Proiectul COLOSSUS a fost inițiat în Anglia în anii celui de-al doilea război mondial, calculatorul devenind funcțional în 1943. Calculatorul MARK 1 a construit în cadrul acestui proiect a fost digital cu tuburi electronice și a fost construit pentru codificarea mesajelor proprii și decriptarea mesajelor armatei germane, figura 1.9. Calculatorul a fost complet distrus după război pentru a păstra secretul. După 1970 au fost cunoscute amănunte referitoare la structura calculatorului. Perioada războiului a fost una de suferințe și distrugeri, dar și de mobilizare a resurselor intelectuale a oamenilor valoroși, astfel că știința și tehnologia a înregistrat progrese rapide.

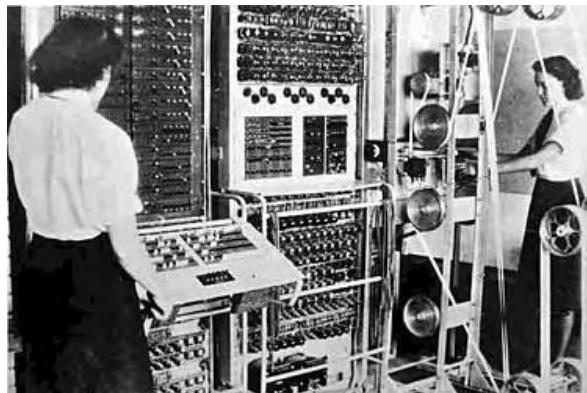


Figura 1.9. Calculatorul digital cu tuburi electronice construit în cadrul proiectului Colossus, sursa http://en.wikipedia.org/wiki/Colossus_computer

În SUA în 1939 John Vincent au construit calculatorul Atanasoff–Berry, cu 300 de tuburi electronice și o memorie formată dintr-un cilindru rotitor cu condensatori (un fel de hard disc). În perioada 1943-1945 a fost construit ENIAC, primul calculator electronic digital de uz general care făcea adunări, scăderi, înmulțiri, împărțiri și extragere de radical, cu o viteză de 5000 de operații pe secundă. Greutatea calculatorului era de 30 de tone, figura 1.10.

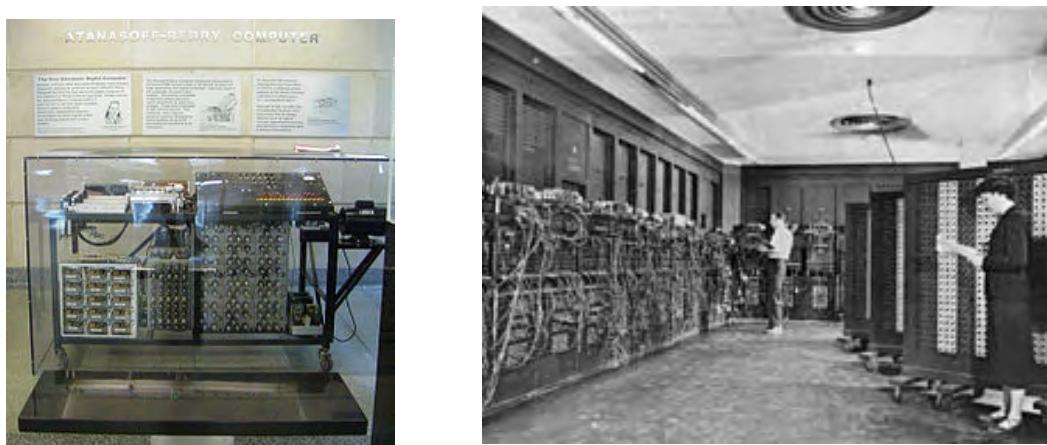


Figura 1.10. Calculatorul Atanasoff–Berry (stânga) și ENIAC (dreapta), sursa http://en.wikipedia.org/wiki/Atanasoff%20%93Berry_computer și <http://en.wikipedia.org/wiki/ENIAC>

Un alt pas important a fost construirea calculatoarelor digitale cu arhitectura Von Neumann. Primul calculator construit cu această structură, succesor al ENIAC a fost EDVAC, dar care nu a funcționat. Primul calculator funcțional a fost realizat în 1948 la Manchester, numit Baby. În 1951 UNIVAC a fost primul calculator cu această structură (electronic, digital, von Neumann) vândut comercial – 46 exemplare a peste 1 milion USD bucata. În această perioadă memoria a început să fie realizată cu inele magnetice de ferită, fiecare bit – un inel, figura 1.11. Aceste realizări formează aşa numita generația I a calculatoarelor electronice.

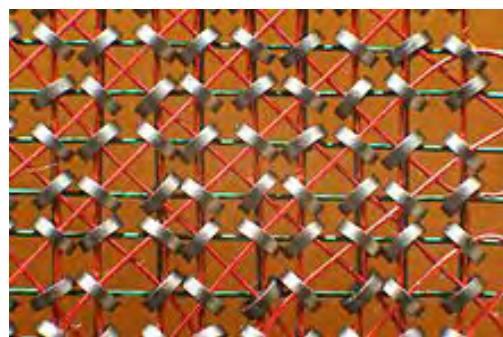


Figura 1.11. Consola operatorului (UNIVAC)

http://en.wikipedia.org/wiki/UNIVAC_I și memorie cu inele de ferită

http://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic-core_memory

Generația a doua de calculatoare electronice digitale a apărut după descoperirea tranzistorului în 1947. Circa 120 calculatoare IBM 1401 (Figura 1.12.) cu tranzistori au fost vândute între anii 1960 și 1964. S-a îmbunătățit atât unitatea centrală cât și periferia: au apărut hard discurile magnetice și unitățile de bandă magnetică. A apărut și conceptul de stații legate prin linia telefonică de calculatorul central.



Figura 1.12. Calculatorul IBM 1401, unitate de cartele perforate (stânga), unitate centrală mijloc și imprimantă (dreapta), sursa http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_1401 și un hard disc din calculatorul IBM 350 Ramac, sursa

http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_305_RAMAC

Inventarea circuitelor integrate de către Jack St. Clair Kilby și Robert Noyce și apoi a microprocesorului de către Ted Hoff, Federico Faggin, și Stanley Mazor la Intel, a dus la a treia generație de calculatoare. Steve Wozniak co-fondator al Apple Computer a produs în serie primul calculator pentru acasă, în același timp cu calculatorul COMMODORE, figura 1.13. Aceste calculatoare aveau imagine grafică și sunet la începutul anilor 80.



Figura 1.13 Calculatorul Commodore 64 (1982), cu procesor pe 8 biți, 64Kocteți RAM, deține recordul de vânzări în SUA între anii 1983-1986. Sursa http://en.wikipedia.org/wiki/Commodore_64

În 1980 companiile IBM și Microsoft au inițiat un proiect secret pentru un calculator personal, figura 14. IBM urma să realizeze partea hardware și Microsoft sistemul de operare. IBM a ales procesorul firmei INTEL pe care avea dreptul să-l folosească în schimbul cedării către INTEL a dreptului de folosire a tehnologiei de producție a memoriei. Caracteristicile calculatorului: procesor INTEL la 4,77MHz, 16 kocete de memorie RAM, două unități de floppy disc de 160 kocete la prețul de 1500 USD (Figura 1.14.). Unul dintre motivele răspândirii acestui sistem s-a datorat faptului că specificațiile de construcție au fost cedate domeniului public.



Figura 1.14. Calculatorul IBM PC, sursa https://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/pc25/pc25_intro.html

Un alt pas care aduce dezvoltarea calculatoarelor aproape de zilele noastre este apariția notebook-urilor (numite și laptop-uri). Primul notebook a fost Osborne 1, creat de Osborne Computer Corporation în 1981. Primul notebook avea 10,7 kg și costa 1795 dolari. Un notebook Amstrad cu procesor Intel 386SX este dat în figura 1.15:



Figura 1.15. Notebook Intel 386SX, marca Amstrad, colecția Petre Ogruțan

1.3. Istoria calculatoarelor românești

Câteva rânduri se cuvin a fi scrise despre dezvoltarea calculatoarelor în România. Primul calculator electronic românesc a fost construit de Victor Toma în 1957 (https://ro.wikipedia.org/wiki/Victor_Toma). O realizare importantă a fost calculatorul MECIPT, construit la Timișoara în 1961 de către un colectiv condus de William Löwenfeld, figura 15. În urma strângerii relațiilor cu Franța, a fost cumpărată licență pentru calculatoare IRIS în 1968, pentru Fabrica de Calculatoare Electronice FCE. A fost înființat și Institutul de Tehnică de Calcul cu contribuții importante în dezvoltarea calculatoarelor. Cu ajutorul acestei licențe s-a construit calculatorul FELIX C256 care a echipat centrele de calcul din România. În anii 1972-1973 au fost concepute și realizate 2 tipuri de minicalcatoare, numite INDEPENDENT și CORAL care au fost și exportate. Structura lor s-a bazat pe circuite integrate. Primul calculator personal a fost M18 cu microprocesor Intel 8080 de 8 biți. Pasul următor, spre PC-uri nu a mai fost făcut în țară pentru că partidul comunist la putere în acele vremuri nu mai agrea domeniul calculatoarelor. Calculatoare personale compatibile Spectrum cu microprocesor Z80 au fost construite la noi în diverse forme, cum ar fi HC95 la București, figura 1.16.



Figura 1.16. MECIPT și William Löwenfeld (stânga), sursa <http://evocari.blogspot.ro/> și calculatorul HC95, produs în anii 1985-1990, cu procesor Z80, afișare pe TV și stocarea datelor pe casetofon audio, programabil în BASIC, colecția Petre Ogruțan

Primul calculator construit la Brașov a fost Cobra (Figura 1.17) la ITC (Institutul de tehnica de calcul), condus în acel timp de prof. dr. ing. Gh. Toacșe, în prezent cadru

didactic la Departamentul de Electronică și Calculatoare. Un articol apărut în 1988 în presa rusească arată fotografii ale calculatorului și laudă structura acestuia. Calculatorul era echipat cu monitor TV și casetofon audio, precum și o imprimantă de mari dimensiuni.



Figura 1.17 Calculatorul COBRA, fabricat la Brașov, colecția Petre Ogruțan

2. Procesarea și memorarea datelor

Prin prisma definiției calculatorului dată de Von Neumann, procesarea și memorarea datelor sunt funcționalitățile 2 și 4, adică 2.O unitate centrală care prelucrează aceste date; 4.O memorie în care se stochează date, rezultate parțiale și rezultate finale.

2.1. Noțiuni introductive despre unitatea centrală de prelucrare date și memorie

O placă de bază de calculator PC și un sistem de dezvoltare sunt date în figura 2.1.

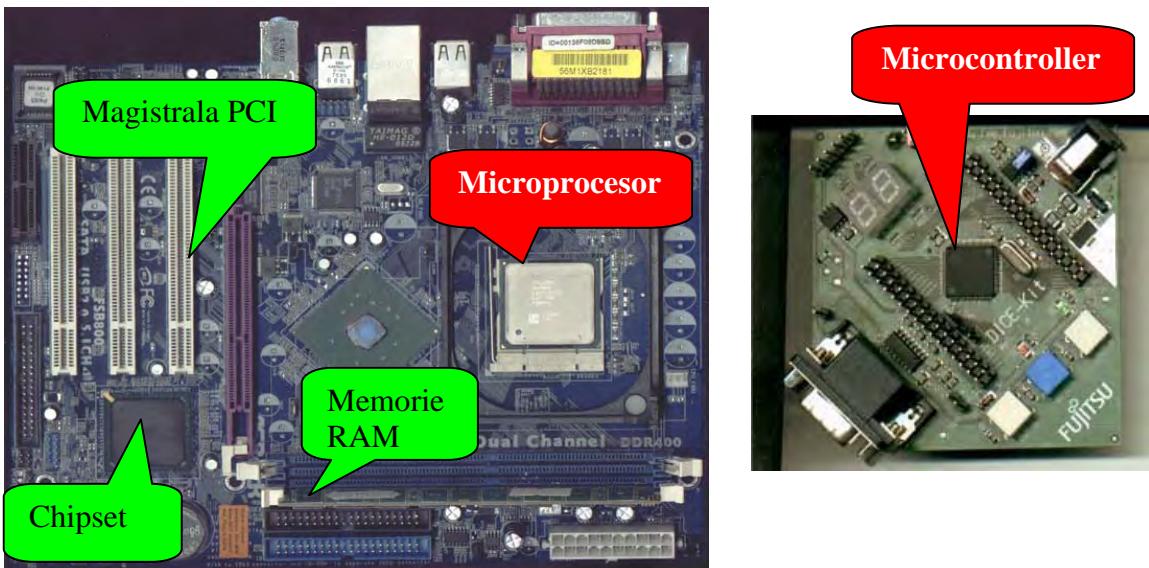


Figura 2.1. Placă de bază de calculator personal (stânga) și un sistem de dezvoltare cu microcontroller Fujitsu (dreapta), sursa: autorul

Acest capitol își propune să prezinte sumar micropresoarele, microcontrolerle și memoria, cu istoria, structura lor și relațiile funcționale dintre acestea. În figura 16 au fost marcate cele mai importante elemente care vor constitui subiectul acestui capitol. Chipset-ul unei plăci de bază de calculator personal reprezintă setul de circuite integrate care împreună cu micropresorul îndeplinesc funcțiile plăcii.

Micropresoarele au fost inventate între anii 1960 și 1970, respectând legea a lui Moore care afirmă că numărul de tranzistori integrați într-un circuit integrat se dublează la fiecare 2 ani. Legea lui Moore este exemplificată în figura 2.2. cu un grafic al numărului de tranzistori integrați în procesoare începând din 1960 până în 2010.

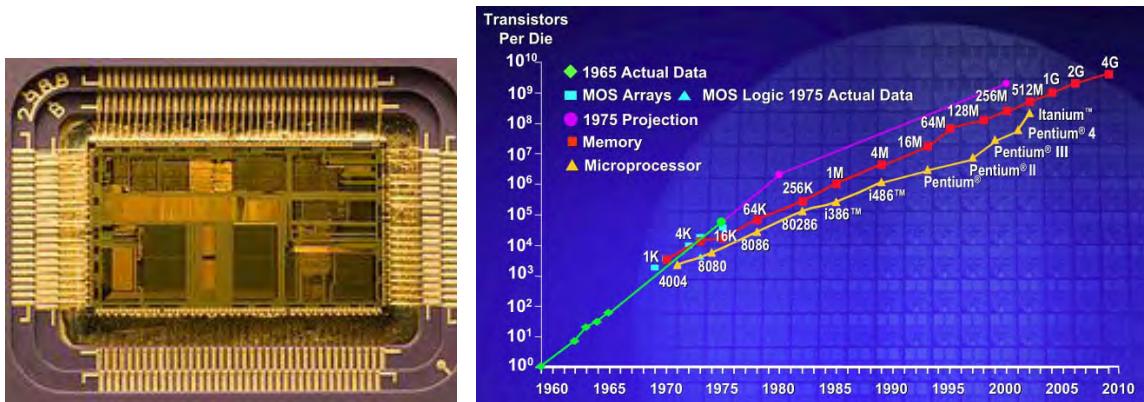


Figura 2.2. Fotografia la microscop a unui microprocesor (stânga) sursa http://en.wikipedia.org/wiki/Central_processing_unit și exemplificarea legii lui Moore (dreapta), sursa <http://hightechforum.org/100-years-of-moores-law/>

Din punct de vedere istoric, trei microprocesoare au apărut aproape simultan: INTEL 4004, TEXAS INSTRUMENTS TMS1000 și un microprocesor creat de Central Air Data Computer pentru o aplicație militară pe avioanele F14 Tomcat. Acest ultim proiect a fost secret (dezvăluit doar în 1997) și ca urmare puțin cunoscut. Primul microprocesor pe 8 biți a apărut în 1972, fabricat de INTEL, numit 8008 și Z80 de la firma Zilog în 1976. Cu Z80 a fost construit calculatorul Sinclair ZX 81 care se vindea cu 99USD. Microprocesorul RCA 1802 creat în 1976 a echipat sondele NASA Viking, Galileo și Voyager datorită proprietății lor de a putea funcționa cu tact mai redus, deci cu consum de energie mai mic.

Primul microprocesor pe 16 biți a fost creat de TI, numit TMS 9900. INTEL a creat microprocesoare pe 16 biți numite 8086, 8088, 80186 și 80286 (formând familia numită x86), compatibile cu variantele anterioare cu care au echipat calculatorul IBM PC. Primul procesor pe 32 de biți a fost creat de MOTOROLA, MC68000. Din 1985 procesoarele din familia x86 ale companiei INTEL au devenit preponderente pe piață, primul fiind 80386. În această etapă multe firme fabricau microprocesoare: AMD, Cyrix, TMS, Zilog etc. Apariția procesoarelor pe 64 de biți prima dată la AMD (AMD64), apoi la INTEL (INTEL64) proiectate în anii 1990 și apărute pe piață în 2000 a eliminat celelalte firme producătoare deoarece INTEL nu a vândut licență acestor procesoare.

Evoluția microprocesoarelor a avut următoarele tendințe:

1. Magistrala a crescut de la 4 biți la 64 de biți de date;
2. Frecvența a crescut de la 2MHz la 3,5GHz;
3. Numărul de tranzistori din componență a crescut.

Aceste tendințe au dus la o limitare fizică a densității de integrare, care a putut fi depășită prin modificarea arhitecturii. În 1990 au început să fie fabricate calculatoare cu mai multe procesoare care lucrează în paralel. Schimbul de informații între ele se face pe o magistrală externă, lentă. În această idee, în 2005 a apărut microprocesorul cu două nuclee care efectuează calcule pe același chip, cu schimb de informație rapidă între ele, magistrala fiind în interior. Microprocesoare dual core sunt construite din 2007 de INTEL și de AMD și sunt larg folosite. Au apărut microprocesoare quad core care conțin 4 nuclee. SUN Microsystems (cunoscută prin aplicațiile de Office free) a creat microprocesorul Niagara care conține 8 nuclee și în continuare se construiesc procesoare multicore cu din ce în ce mai multe nuclee. Pentru ca un microprocesor cu mai multe nuclee să asigure global o viteză mai mare trebuie ca sistemul de operare să poată să asigure date conform cu structura microprocesorului.

Între anii 1980-1990 au apărut primele microprocesoare RISC (reduced instruction set computer), spre deosebire de microprocesoarele descrise până acum care sunt CISC (complex instruction set computer). Microprocesoarele RISC au mai puține instrucțiuni dar acestea sunt perfect simetrice, adică se pot folosi la fel cu oricare dintre registrele microprocesorului. Consecința faptului că au mai puține instrucțiuni este faptul că viteza lor poate fi mai mare, o instrucțiune poate fi executată într-un tact. Aceste microprocesoare nu se folosesc în calculatoare personale ci în aplicații specifice, în timp anumite arhitecturi de microprocesoare migrând către arhitecturi de microcontrolere. Toate firmele au microprocesoare RISC, astfel există IBM Power, SUN SPARC, AMD 29000, INTEL i860, MOTOROLA 88000 etc. Arhitecturi actuale de succes sunt ARM (https://en.wikipedia.org/wiki/ARM_architecture), INTEL (https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_CPU_microarchitectures) și MIPS (https://en.wikipedia.org/wiki/MIPS_instruction_set).

Pentru aplicații specifice au fost concepute microcontrolerle care sunt calculatoare pe un singur chip, au în circuit memorie, diverse controlere (care în sistemele cu microprocesoare sunt înglobate în chipset), și diverse interfețe. Interfața este un circuit electronic care face legătura între o unitate centrală și un proces. Exemple de interfețe sunt cele prin care se acționează motoare, circuite de timp, convertoare din domeniul analogic în digital și invers, circuite de afișare etc. Cele mai cunoscute microcontrolere sunt cele fabricate de ATMEL, Microchip, Fujitsu etc.

O întrebare pe care multă lume și-o pune des este diferența între microprocesoare și microcontrolere. Răspunsul se poate baza pe evoluția și scopul acestor circuite.

Evoluția și scopul microprocesoarelor este caracterizată de: frecvențe din ce în ce mai mari, magistrale de date și adrese mai mari pentru a asigura o viteză cât mai mare a calculatoarelor personale

Evoluția și scopul microcontrollerelor sunt caracterizate de: cât mai multe interfețe pe un singur chip, interfețe din ce în ce mai complexe și apropiate de procesul comandat pentru a nu fi nevoie de circuite auxiliare.

Există și circuite de gen microprocesor sau microcontroller, dar cu utilizare dedicată. Cele mai cunoscute sunt:

- o DSP (Digital Signal Processor) asigură prelucrări avansate ale semnalului analogic, aplicația cea mai cunoscută fiind telefonul mobil.
- o GPU (Graphics Processing Units) asigură prelucrarea imaginii grafice, cea mai cunoscută aplicație fiind chip-urile de pe plăcile video.

Memorarea datelor în sistemele cu microprocesoare și microcontrolere este realizată cu memorii. Localizarea unei locații de memorie se face prin adresare, adresarea fiind sarcina microprocesorului sau microcontrollerului.

Memoriile sunt de mai multe tipuri. Tipurile de memorii utilizate în prezent la microcontrolere sunt:

1. Memoria ROM (Read Only Memory) este cea mai ieftină și simplă memorie și se folosește la stocarea programelor în faza de fabricație. Unitatea centrală poate citi informațiile, dar nu le poate modifica.
2. Memoria PROM (Programmable Read Only Memory) este similară cu memoria ROM, dar ea se poate programa de către utilizator. După posibilitățile de ștergere, această memorie poate fi de mai multe feluri:

- OTP (One Time Programmable, PROM) este de fapt o memorie EEPROM, dar *chipul* a fost capsulat într-o capsulă de material plastic fără fereastră, care este mult mai ieftină. Memoria nu se poate șterge sau reprograma. Prețul unui MC cu OTP este mic, viteza este bună, dar aplicațiile sunt lipsite de flexibilitate.
- Memorii care pot fi șterse electric de către unitatea centrală, în timpul funcționării. Ștergerea este selectivă, iar pentru reînscriere trebuie făcuți mai mulți pași. Astfel de memorii sunt cele EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) și memoria FLASH EEPROM.

3. Memoria RAM (Random Access Memory) este o memorie volabilă care poate fi citită sau scrisă de unitatea centrală. Locațiile din RAM pot fi accesibile în orice ordine. Pe chip, memoria RAM ocupă mult loc și implicit costurile de implementare sunt mari. De aceea un MC include de obicei puțin RAM.

2.2.Aritmetica calculatoarelor

Un **bit** este unitatea de măsură pentru cantitatea de informație și reprezintă cantitatea de informație necesară pentru reducerea incertitudinii la jumătate. Termenul a fost introdus de matematicianul și statisticianul american John Wilder Tukey ca o prescurtare a cuvintelor engleze *binary digit* („cifră binară”), într-un articol din 1958, scris pe vremea când lucra cu John von Neumann la proiectarea unor modele timpurii de computere. Un bit poate fi stocat de către un dispozitiv digital sau alt sistem fizic

care există în fiecare dintre cele două stări distincte posibile, zero sau unu (sursa <http://ro.wikipedia.org/wiki/Bit>).

Reprezentarea numerelor în calculatoare se face în binar, adică în baza de numerație 2, spre deosebire de sistemul de numerație utilizat între persoane care este cel zecimal. Câteva exemple vor lămuri diferențele de reprezentare:

În baza 10: $2011 = 2 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 1 \times 10^0$

În baza 2:

$$1010011011 = 1 \times 2^9 + 0 \times 2^8 + 1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 512 + 128 + 64 + 8 + 2 + 1 = 667$$

Operațiile aritmetice în binar sunt:

Adunarea	Scădere	Înmulțirea
$0 + 0 = 0$	$0 - 0 = 0$	$0 \times 0 = 0$
$0 + 1 = 1$	$0 - 1 = 1$ (împrumut 1)	$0 \times 1 = 0$
$1 + 0 = 1$	$1 - 0 = 1$	$1 \times 0 = 0$
$1 + 1 = 0$ (transport 1)	$1 - 1 = 0$	$1 \times 1 = 1$

Operațiile logice în binar sunt:

ȘI (AND)	$0 \text{ AND } 0 = 0$	$0 \text{ AND } 1 = 0$	$1 \text{ AND } 0 = 0$	$1 \text{ AND } 1 = 1$
SAU (OR)	$0 \text{ OR } 0 = 0$	$0 \text{ OR } 1 = 1$	$1 \text{ OR } 0 = 1$	$1 \text{ OR } 1 = 1$
Negație (NOT)		$\text{NOT } 0 = 1$	$\text{NOT } 1 = 0$	

Pentru a concentra scrierea numerelor binare într-un spațiu mai redus, se utilizează sistemul de numerație în baza 16, sistemul hexazecimal. Acest sistem de numerație utilizează 16 cifre hexazecimale, care se notează astfel: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F.

În acest sir de cifre hexazecimale:

1. cifrele de la $0_{(16)}$ la $9_{(16)}$ au valorile zecimale echivalente, de la $0_{(10)}$ la $9_{(10)}$,
2. iar cifrele $A_{(16)}$... $F_{(16)}$ au valorile zecimale de la $10_{(10)}$ la $15_{(10)}$.

Pentru reprezentarea valorilor zecimale de la 0 la 15 sunt necesari exact 4 biți, începând cu 0000 și sfârșind cu 1111. Transformarea unui număr binar într-unul hexazecimal se face prin gruparea biților în câte 4 biți, de la dreapta la stânga și asocierea a câte 4 biți cu câte o cifră hexazecimală. Exemplu:

$$110110110111001 = (0)110_1101_1011_1001 = 6DB9$$

Conversia între sistemul zecimal și cel binar se face astfel:

Pentru conversia din zecimal în binar se împarte numărul la 2; restul reprezintă cifra cea mai puțin semnificativă (cea mai din dreapta) a rezultatului conversiei. Câtul se reîmparte la 2, se notează restul, și procedura se repetă cu noul cât (recursiv). Operația se sfârșește când câtul devine nul.

Exemplu: $118(10) = ?(2)$

Operație=Cât	Rest
$118 \div 2 = 59$	0
$59 \div 2 = 29$	1
$29 \div 2 = 14$	1
$14 \div 2 = 7$	0
$7 \div 2 = 3$	1
$3 \div 2 = 1$	1
$1 \div 2 = 0$	1

Pentru conversia din binar în zecimal se adună puterile lui 2, înmulțite cu cifra binară respectivă. Putelele la care trebuie ridicat 2 încep cu $n-1$, unde n este numărul de cifre binare, și devin din ce în ce mai mici, de la stânga la dreapta.

Exemplu: $1110110(2) = ?(10)$

Binar: 1 1 1 0 1 1 0

Zecimal: $2^6 \times 1 + 2^5 \times 1 + 2^4 \times 1 + 2^3 \times 0 + 2^2 \times 1 + 2^1 \times 1 + 2^0 \times 0 = 118$

Multiplii unității de măsură bit (b) se folosesc pentru că în calculatoarele actuale cantitatea de informație este foarte mare. Calculatoarele prelucreză informația în paralel, mai mulți biți deodată. Caracteristici importante ale microprocesoarelor sunt dimensiunea cuvântului (câți biți formează un cuvânt) și dimensiunea magistralei de date, deci numărul de biți care se prelucreză în paralel. Dimensiunea cuvântului și a magistralei pot fi egale sau diferite și valori uzuale sunt 8, 16, 32, sau 64. Grupul de 8 biți (8b) se numește octet sau byte.

Conform standardului IEEE 1541 multiplii byte-ului sunt:

- o kB sau kO - kilobyte sau kilooctet - 10^3 bytes (1 000 bytes) (sau $2^{10} - 1024$)
- o MB sau MO - megabyte sau megaoctet - 10^6 bytes (1 000 000 bytes) (sau 2^{20})
- o GB sau GO - gigabyte sau gigaoctet - 10^9 bytes (1 000 000 000 bytes) (sau 2^{30})
- o TB sau TO - terabyte sau teraoctet - 10^{12} bytes (1 000 000 000 000 bytes) (sau 2^{40})

Multiplii bit-ului se utilizează mult în societatea actuală pentru a descrie caracteristicile unor sisteme de stocare a informației. De aceea transformările sunt

operații uzuale și răspunsul la întrebările următoare poate lămuri cititorul dacă a înțeles.

- 1.Cât înseamnă în MB pe secundă viteza de download de la o rețea Internet de 100Mbps (biți pe secundă)?
- 2.Câți MB are un hard disc de 1TB?

În arhitectura calculatoarelor, un **registru de procesor** este o cantitate mică de spațiu de stocare disponibilă pe unitatea centrală de procesare, spațiu al cărui conținut poate fi accesat mai rapid decât datele aflate în altă parte (de exemplu, în memoria principală).

Registrul este caracterizat de numărul de biți: 8, 16 sau 32 de biți.

Registrele microprocesoarelor din familia x86 (INTEL) sunt:

AX, BX, CX, DX de 16 biți care pot fi împărțite în câte două registre pe 8 biți,

AH, AL, BH, BL, CH, CL, DH, DL și registrele pe 16 biți: SI, DI

Porturile sunt registre de acces în exteriorul microprocesorului, caracterizate de numărul de biți.

Limbajul de asamblare este limbajul cel mai apropiat de structura unui microprocesor, dar și limbajul cel mai “primitiv” și îndepărtat de modul de comunicație uman.

În liceu și în alte facultăți decât cele de IT nu se învață programarea în asamblare. Motivul este că realizarea unui program, de exemplu ordonarea unor numere naturale este foarte greu de realizat în limbaj de asamblare și mult mai ușor în C. Dar pentru înțelegerea funcționării unei unități centrale sau a unor procese de interfațare se pot rula programe simple în asamblare care, rulate pas cu pas arată modul intim de funcționare al calculatorului. Litera H după un număr arată că numărul este reprezentat în hexazecimal.

De exemplu instrucțiunea:

MOV AL, BL mută conținutul registrului de 8 biți BL în AL (întotdeauna operandul din stânga este destinația iar cel din dreapta sursa)

Unele registre pot avea semnificații dedicate:

- o registrul DX se folosește pentru a indica adresa unui port (Address Pointer) iar
- o registrul BX o adresă de memorie (Memory Address)

Presupunem că la portul cu adresa 0378H se află conectate 8 LED-uri. Secvența de program următoare are ca efect stingerea LED-urilor.

MOV DX, 0378H ; valoarea hexa 0378 se încarcă în registrul DX
MOV AL, 00H ; valoarea 00H se încarcă în registrul AL

OUT DX, AL ; valoarea 00 este trimisă la portul cu adresa 0378H

Secvența următoare are ca efect aprinderea celor 8 LED-uri:

MOV DX, 0378H ;	valoarea hexa 0378 se încarcă în registrul DX
MOV AL, FFH ;	valoarea FFH se încarcă în registrul AL
OUT DX, AL ;	valoarea FF este trimisă la portul cu adresa 0378H

Instrucțiuni aritmetice și logice

Adunare și scădere

ADD AL, BL ; se execută $AL + BL$ și rezultatul este în AL

SUB AL, BL ; se execută $BL - AL$ și rezultatul este în AL

! Registrul care stochează întotdeauna rezultatele se numește Acumulator

Înmulțire și împărțire

MUL AL,BL ; se execută $AL * BL$ și rezultatul este în AL

DIV AL,BL ; se execută AL / BL și rezultatul este în AL

Operații logice

AND AL, BL ; se execută $AL \text{ AND } BL$ și rezultatul este în AL

OR AL, BL ; se execută $AL \text{ OR } BL$ și rezultatul este în AL

Stocarea în memorie

MOV BX, 1000H ; valoarea 1000H este încărcată în BX

MOV [BX], AL ; se salvează conținutul AL la adresa de memorie conținută în BX

Instrucțiunile de salt se folosesc pentru a sări în program de la o instrucțiune la alta, în funcție de îndeplinirea unor condiții. Condițiile se află memorate în registrul de stare care se actualizează după fiecare operație. Exemple de condiții: zero, pozitiv, negativ, egal.

JMP 0100H ; salt necondiționat la adresa 0100H

JN 0100H ; salt dacă este negativ (indicatorul de condiție indică faptul că operația aritmetică anterioară a avut un rezultat negativ) la 0100H

JZ 0100H ; salt dacă este zero (indicatorul de condiție indică faptul că operația aritmetică anterioară a avut un rezultat nul) la adresa 0100H

Condițiile se referă la rezultatul operației aritmetice anterioare:

- JP ; salt dacă “pozitiv”
- JNZ ; salt dacă “diferit de zero”
- JE ; salt dacă “egal”
- JNE ; salt dacă “diferit”

Setarea (stabilirea) unei condiții se poate face cu o instrucțiune de comparare:

CMP AL, BL ; compară conținutul registrelor AL și BL prin scădere.
Dacă sunt egale se setează condiția de zero și egal.

2.3. Analog, digital, paralel, serial și informații utile

Un semnal analogic are o variație continuă în timp. Exemple de mărimi analogice: temperatura, umiditatea, sunetele, etc. Un semnal digital are o variație discretă în timp, el poate lua doar 2 valori. Exemplu: comanda dată de un întârzierător către un bec. Variația în timp a unui semnal analogic și a unui digital sunt date în figura 2.3:

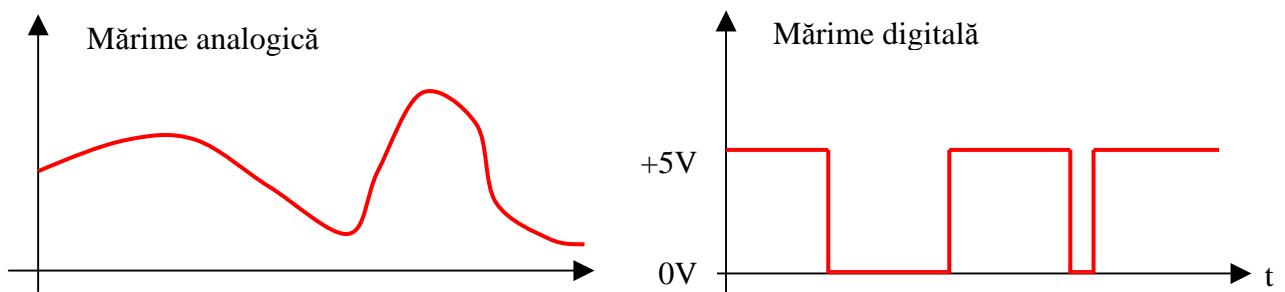


Figura 2.3. Semnal analogic (stânga) și digital (dreapta)

Există circuite de conversie a semnalelor analogice în semnale digitale numite convertoare analog digitale și circuite de conversie inversă numite convertoare digital analogice. Exemplu: placa de sunet a unui calculator conține un convertor analog digital la intrarea de la microfon și un convertor digital analogic la ieșirea de boxe. Aceste convertoare sunt importante pentru că în natură predomină mărimile analogice și pentru că acestea să fie măsurate și prelucrate cu calculatorul digital este nevoie de conversia analog digitală și digital analogică.

Într-o schemă bloc în care este figurat un sistem de calcul, figura 2.4 se poate observa modul de reprezentare prin săgeți a mărimilor de intrare și ieșire. Sensul săgeților arată sensul de transfer al datelor. Există semnale care pot fi bidirectionale reprezentate cu săgeți în ambele sensuri. Un bloc de mărimi este reprezentat printr-o săgeată lată. Arhitecturile actuale sunt arhitecturi bazate pe magistrale, care, fiind grupuri de linii se reprezintă cu săgeți late. Intrările și ieșirile din sistem se numesc

porturi. La aceste porturi se pot conecta interfețe. Prin interfețe se pot conecta la sistem echipamente periferice (EP) care trebuie să fie prevăzut cu o interfață de conectare compatibilă cu cea a sistemului gazdă.

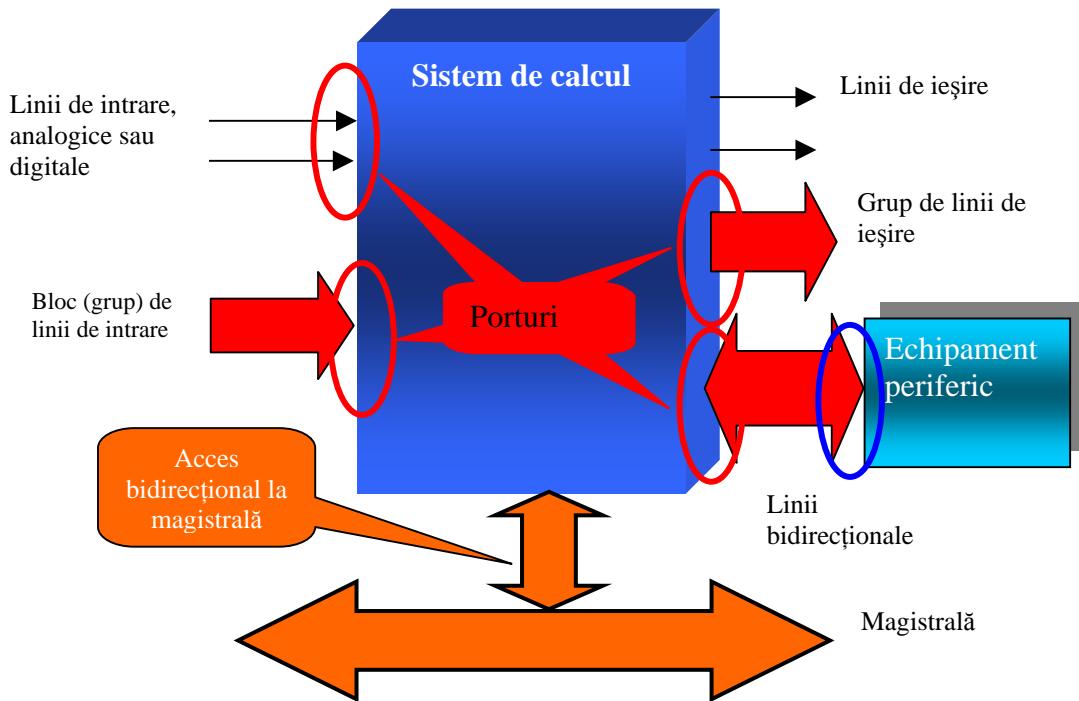


Figura 2.4. Schema bloc a unui sistem de calcul

În domeniul calculatoarelor **interfață** este punctul de întâlnire a unității centrale cu dispozitivele periferice cu scopul transferului de date. Interfețele pot fi hardware sau software, iar în cazul interfețelor software situarea punctului de întâlnire este între două programe.

Interfețele pot fi bidirectionale în care datele circulă în ambele direcții (ex. interfața cu hard discul) și unidirectionale în care datele circulă într-o singură direcție (ex. interfața cu mouse-ul). Interfețele pot fi punct la punct ceea ce înseamnă că pot fi conectate pe o linie doar un sistem gazdă și un periferic (ex. interfața PS2 cu tastatura) sau multipunct în care la un sistem gazdă se pot lega mai multe periferice (ex. USB).

Echipamentul periferic este un dispozitiv conectat la un sistem de calcul gazdă care extinde funcționalitatea sistemului gazdă dar nu face parte din nucleul de calcul. Echipamentul periferic este deseori, dar nu întotdeauna dependent de sistemul gazdă. Exemple: unitate DVD-RW, imprimanta, monitorul etc.

Organizarea informației și circulația ei în și între calculatoare se poate realiza în mod paralel sau serial.

La circulația în mod paralel informația este transmisă pe mai multe linii (8, 16, 32, 64, 128 ...), cu un număr de biți transmis la un impuls de tact egal cu numărul de linii, cuvintele fiind transmise succesiv, figura 2.5:

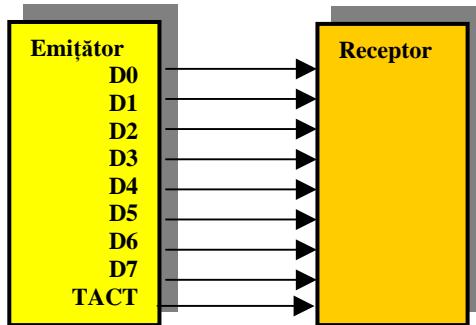


Figura 2.5. circulația datelor în mod paralel

Exemple de circulație paralelă a datelor sunt magistralele și interfață paralelă de la vechile calculatoare PC pentru conectarea imprimantei.

O diagramă de timp este un grafic de variație în timp a unui semnal. Semnalele digitale pot avea doar valoarea 0 sau 1, așa încât ele se reprezintă prin linii paralele cu axa x, între nivelele de 0 sau 1 tranzițiile fiind reprezentate cu linii verticale sau oblice. Un singur semnal digital se reprezintă printr-o singură linie, ca în figura 2.6 jos. Pentru a reprezenta mai multe semnale digitale care au aceeași formă de evoluție în timp dar nu și aceleași valori logice și se dorește o economie de spațiu se pot trasa câte 2 linii paralele cu axa x, ca în figura 2.6 sus, în care se reprezintă 8 semnale. Liniile oblice la o tranziție pun în evidență faptul că trecerea de la o valoare logică la alta are loc într-o anumită perioadă de timp.

Diagrama de timp comprimată a transferului este dată în figura 2.6. Semnalul de tact are rolul de stabilizare momentului exact al citirii datelor, pentru a evita situațiile în care datele sunt citite când încă nu sunt stabilite pe linie. În anumite interfețe acest semnal poate lipsi dar viteza de transfer este mai mică în acest caz.

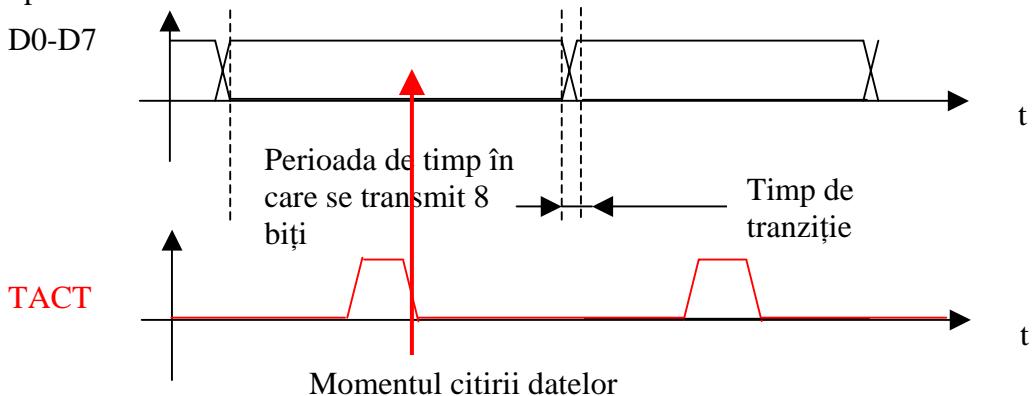


Figura 2.6. Diagrama de timp a transferului

La transferul serial informația este transmisă bit după bit, pe mai puține fire (minimum 2 fire, dintre care unul de referință, masa electrică), figura 2.7. Pentru transmisia datelor acestea trebuie codificate. Prețul mic al interfețelor seriale au dus la răspândirea acestor interfețe în majoritatea aplicațiilor.

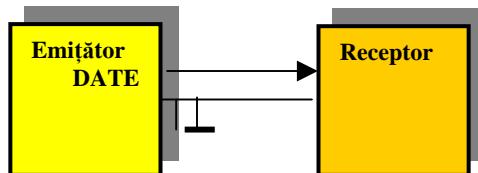


Figura 2.7. Schema bloc generală a interfeței seriale pe un fir
(linia de masă nu este considerată)

În perioada actuală numărul, viteza și calitatea interfețelor seriale cresc, cucerind din ce în ce mai multe segmente de piață. Exemple de circulație serială a datelor sunt interfețele Ethernet de rețea, USB, SATA, etc.

Tactul în transmisiile seriale are rolul de a stabili momentul citirii (eșantionare) și are o importanță majoră. Dacă datele seriale vin la receptor pe un singur fir receptorul le poate citi / eșantiona cu o anumită frecvență și să obțină datele recepționate ca în figura 2.8:

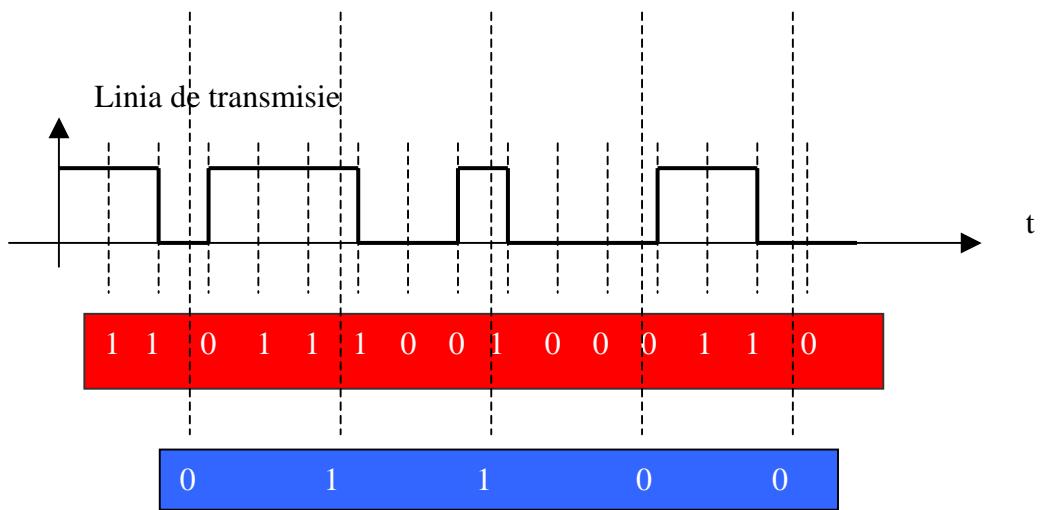


Figura 2.8. Importanța eșantionării corecte

Dacă datele sunt eșantionate cu o anumită frecvență (pe fond roșu) se obține un anumit șir de date iar dacă datele sunt eșantionate cu altă frecvență (pe fond albastru) se obține un șir de date diferit. Acest lucru arată importanța ca datele să fie recepționate cu același tact cu care au fost trimise. Este nevoie ca tactul de transmisie să fie cunoscut de receptor.

2.4. Structura și funcționarea unui procesor

Unitatea de prelucrare de date este formată din ALU (Unitatea Aritmetică și Logică) și un set de regiștri interni, figura 2.9, folosiți pentru memorarea unor date des folosite sau pentru programarea unor anumite funcții.

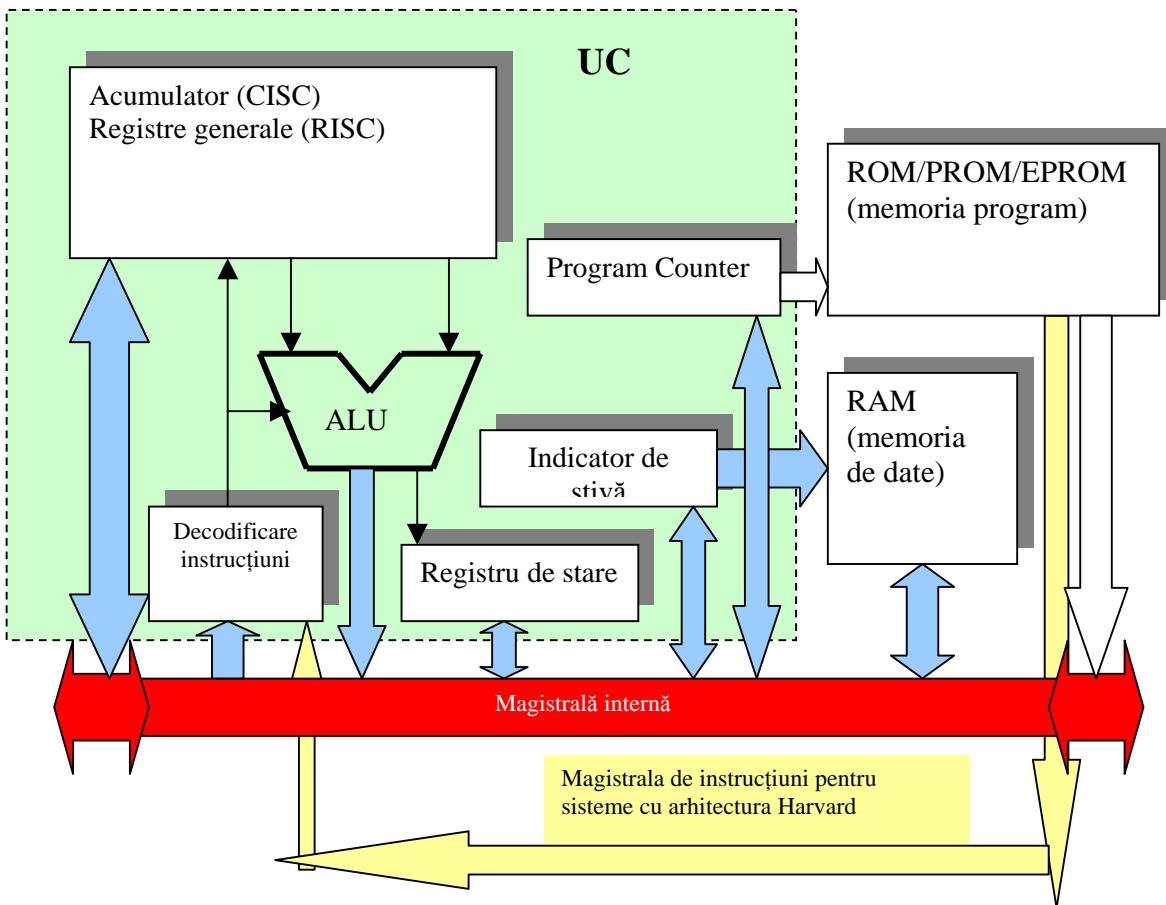


Figura 2.9. Schema bloc a unei unități de prelucrare de date tipice

Diferitele familii de microprocesoare și microcontrolere folosesc seturi diferite de regiștri. Există însă câțiva regiștri des întâlniți:

1. **A** (Accumulator) registrul acumulator care este folosit deseori pentru a stoca un operand și rezultatul unei operații aritmetice.
2. **I** registrul de index, folosit la adresări indirekte.
3. **S** registrul de stare, care conține indicatorii de stare: Carry, Zero etc.
4. **PC** (Program Counter) este stocată adresa următoarei instrucțiuni de executat. După un RESET (initializarea MC), registrul PC se încarcă dintr-o locație de memorie numită vector de reset. Această locație conține adresa primei

instrucțiuni de executat. După execuția acestei prime instrucțiuni, PC se incrementează.

5. **SP** (Stack Pointer) conține indicatorul de stivă. Stiva este o memorie de tip LIFO, în care ultimul octet stocat este primul scos din memorie. Conținutul acestui registru stabilește adresa din memorie unde este definită stiva.

Unitatea aritmetică și logică ALU execută operațiile aritmetice și logice conform instrucțiunilor din programul software. Programul se află stocat în memoria de program și este executat instrucțiune cu instrucțiune, adresele fiind puse de regisztrul numărător de program (Program Counter). Instrucțiunile sunt transmise prin magistrala internă comună de instrucțiuni și date la arhitectura de tip von Neumann sau prin magistrala de instrucțiuni la arhitectura de tip Harvard. Arhitectura Harvard prevede o magistrală diferită pentru date și instrucțiuni, ceea ce complică structura procesorului dar mărește viteza, pentru că în timp ce se transferă date pe magistrala de date, următoarea instrucțiune de executat este deja pe magistrala de instrucțiuni.

Instrucțiunea este decodificată și comandă operația aritmetică dorită în ALU, între doi regiștri ALU sau între un regisztr și memorie. Rezultatul operației este pus pe magistrala de date și în funcție de rezultat se stabilesc condițiile de stare (zero, pozitiv, negativ, egal) în regisztrul de stare. Datele din ALU pot ajunge în memoria de date sau din memoria de date în ALU. Când programul principal ajunge să execute un subprogram (subrutină) datele programului principal se salvează în memoria de date, într-o zonă definită de un regisztr indicator de stivă.

La un microprocesor memoria de date și instrucțiuni este comună și nu este integrată în acesta, iar la un microcontroller memoria de date și instrucțiuni sunt diferite și de regulă sunt integrate în microcontroller. Schema unității de prelucrare de date este prin urmare asemănătoare la microprocesoare și microcontrollore.

2.5. Magistrale și arhitecturi bazate pe magistrale

Legătura între procesor, memorie, și EP (Echipamente Periferice) se realizează prin intermediul magistralei. Evoluția în timp a canalelor I/O este în același timp o evoluție a creșterii complexității și performanțelor.

Definiție: o magistrală este un subsistem cu funcția de comutator universal bidirectional prin care se transferă date în interiorul unui sistem de calcul sau între sisteme de calcul. Schema bloc a unui sistem bazat pe magistrale este dată în figura 2.10:

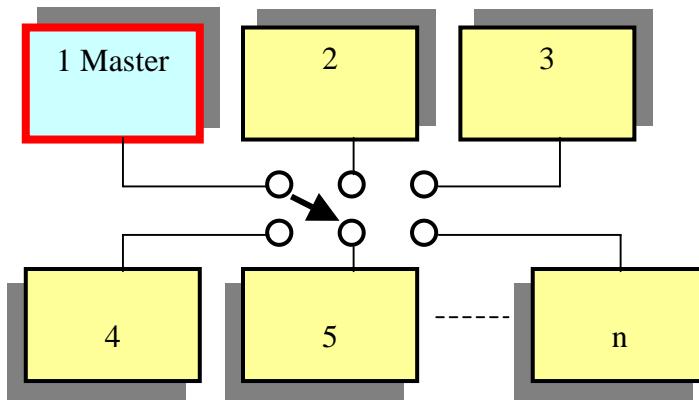


Figura 2.10. Structura unui sistem pe bază de magistrale

Sistemul prezentat în figura 2.10 este format din n subsisteme dintre care unul este Master la un moment dat iar celealte Slave. Comutatorul este comandat de Master care stabilește subsistemul Slave cu care face transfer de date și stabilește sensul transferului.

Prima magistrală a apărut în 1984 în structura calculatorului IBM PC și s-a numit **ISA** (Industry Standard Architecture). Magistrala este sincronă, are 16 biți de date, 24 de biți de adresă, subansamblurile conectate se configurează manual, viteza maximă este de 16Mbps. Specificațiile tehnice ale magistralei au fost în domeniul public, ceea ce a determinat ca magistrala să fie un succes și ca urmare compatibilele IBM PC să se răspândească în toată lumea.

Specificațiile fiind libere, IBM nu a beneficiat financiar prea mult de pe urma acestei magistrale, așa încât a lansat în 1987 o nouă magistrală, superioară, pentru calculatoarele PS2 numită **MCA** (Microchannel). Caracteristicile ei: 32 de biți de adresă, 32 de biți de date, configurare automată, viteza maximă 32Mbps, cu posibilitatea de a lucra multiprocesor. Pentru a construi dispozitive MCA era nevoie de cumpărarea licenței de la IBM și au fost puține firme care să facă acest lucru, ca urmare calculatoarele cu MCA nu s-au răspândit.

Ca reacție la MCA, un consorțiu de firme (Compaq, Epson, Hewlett Packard, NEC, Olivetti și Zenith) a lansat magistrala **EISA** (Extended ISA) în 1988. Magistrala EISA are performanțe cel puțin atât de bune ca și MCA: 32 de biți de adresă, 32 de biți de date, configurare automată sau manuală, viteza maximă 120Mbps și asigură compatibilitate cu plăcile ISA. Specificațiile au fost în domeniul public și probabil magistrala ar fi avut succes.

EISA nu s-a răspândit pentru că INTEL a lansat în 1990 magistrala **PCI** (Peripheral Component Interconnect) cu specificații în domeniul public, cu un concept nou al arhitecturii. PCI poate lucra cu 32 sau 64 de biți de date la o viteză de maximum 2,112Gbps. Conceptul de ierarhizare a magistralei după viteză permite compatibilitatea cu magistrala ISA. În ultimul timp placetele ISA au dispărut dar PCI

a păstrat intern o magistrală de viteza mică numită LPC (Low Pin Count), de fapt o magistrală ISA cu semnale multiplexate pe aceleasi linii pentru economia de pini.

În cazul unui sistem de calcul din familia x86 magistralele microprocesorului sunt magistrala de adrese prin care microprocesorul selectează modulul slave cu care dorește să transfere date, magistrala de date prin care se face transferul și magistrala de comenzi /stări care conține semnale de gestionare a transferului. Cele mai importante semnale din magistrala de comenzi sunt cele generate de microprocesor care stabilesc dacă transferul se face cu memoria (MEM) sau cu un dispozitiv de intrare ieșire (IO) și selectarea sensului transferului, spre microprocesor (RD) și de la microprocesor (WR). În figura figura 2.11 este dată o schemă bloc simplificată a sistemului de calcul.

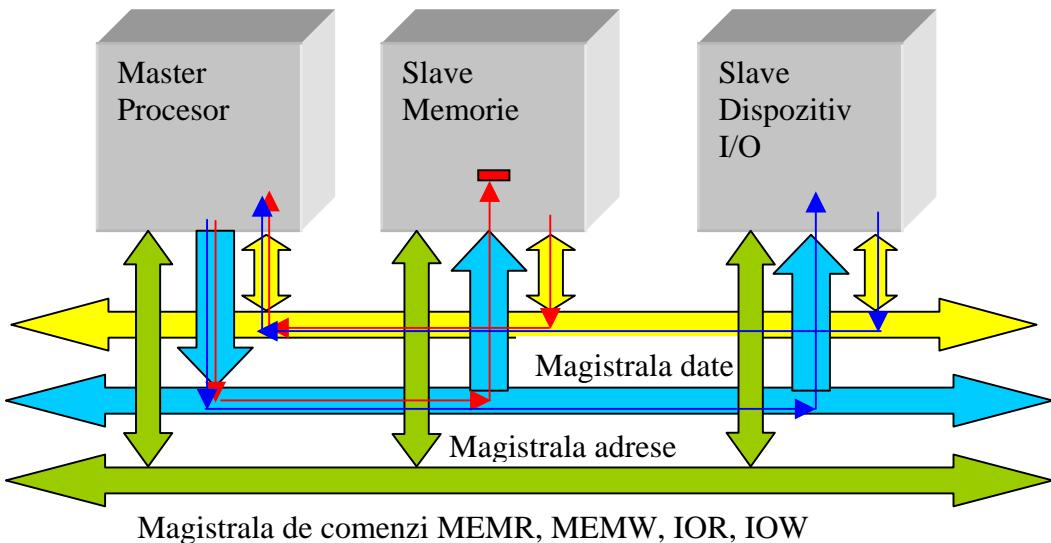


Figura 2.11. Schema bloc principală a unui sistem x86

Transferurile efectuate de microprocesor prin program¹ pot fi:

A.Citire din memorie, MOV AL, [BX] Pe magistrala de adrese este pusă adresa de memorie din registrul BX, care identifică o locație de memorie. Pe magistrala de comenzi este activat semnalul MEMR. Conținutul locației de memorie adresată este pus pe magistrala de date și intră în registrul AL al microprocesorului (linii cu roșu).

B.Scriere în memorie, MOV [BX], AL Pe magistrala de adrese este pusă adresa de memorie din registrul BX, care identifică o locație de memorie. Pe magistrala de comenzi este activat semnalul MEMW. Conținutul registrului AL este pus pe magistrala de date și este salvat în locația adresată.

¹ Nu se recomandă citirea acestor informații decât după parcurserea capitolului Aritmetică calculatoarelor

C.Citire de la un dispozitiv de I/O, IN AL, DX Pe magistrala de adrese este pusă adresa dispozitivului din registrul DX, care identifică dispozitivul. Pe magistrala de comenzi este activat semnalul IOR. Conținutul portului de intrare este pus pe magistrala de date și intră în registrul AL al micropresorului (linii cu albastru).

D.Scriere la un dispozitiv de I/O, OUT DX, AL Pe magistrala de adrese este pusă adresa dispozitivului din registrul DX, care identifică dispozitivul. Pe magistrala de comenzi este activat semnalul IOW. Conținutul registrului AL al microprocesorului este pus pe magistrala de date și este trimis la portul de ieșire.

Magistrala PCI are o arhitectură care permite existența a două magistrale pentru I/O, una de viteză mare și una de viteză mică. La magistrala de viteză mare se conectează dispozitivele rapide iar la cea lentă se cuplază canalele care necesită o viteză mică. În cazul sistemelor PC arhitectura ierarhizată a magistralelor este dată în figura 2.12.

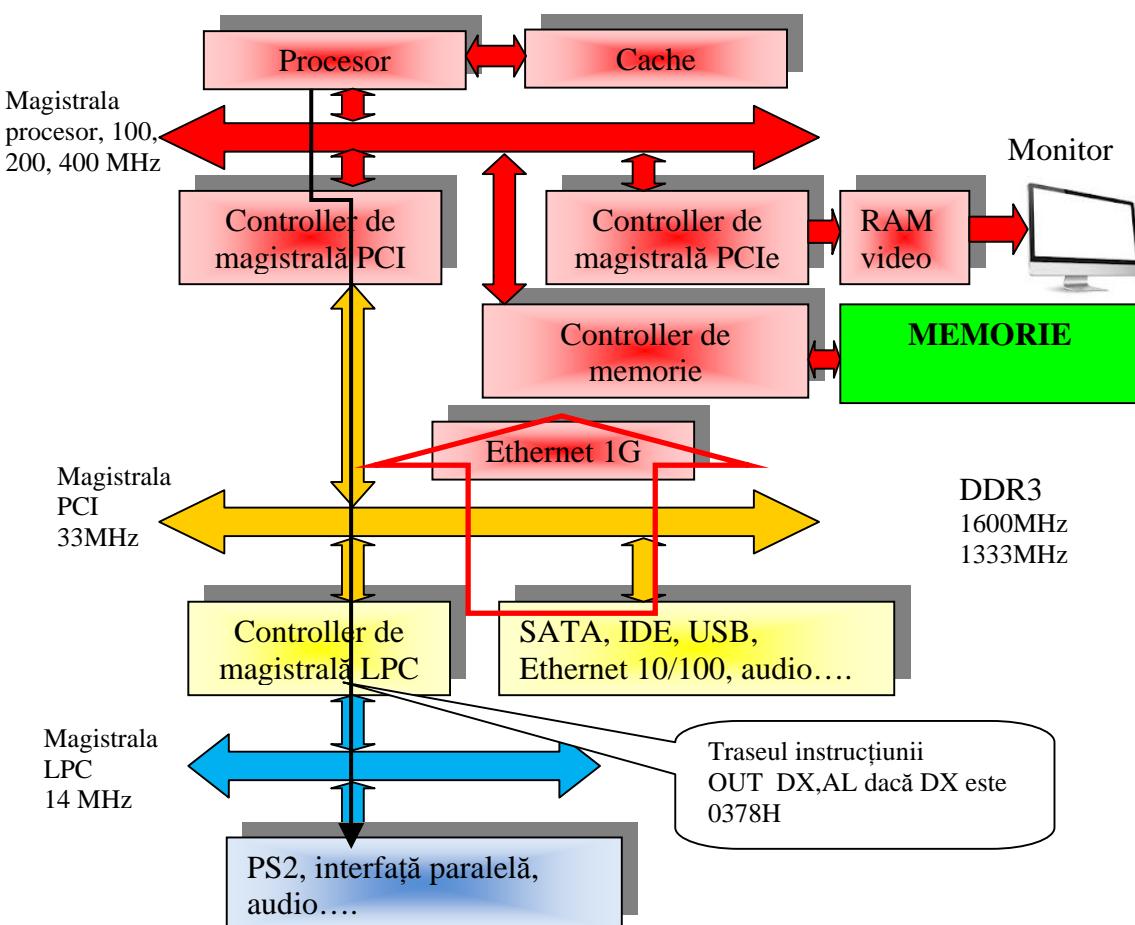


Figura 2.12. Principiul magistralei ierarhizate la PC

Se poate vedea arhitectura pe 3 nivele, cel mai de sus fiind constituit pe lângă magistrala procesorului care are viteza cea mai mare, tactul fiind FSB (Front Side Bus). Pe această magistrală sunt conectate controllerul video integrat, controllerul de memorie DRAM și controllerul magistralei PCI. Pe al doilea nivel este situată

magistrala PCI cu un tact de 33MHz, la care sunt conectate dispozitivele de intrare / ieșire rapide, adică canale USB, interfața SATA, interfața Ethernet 10/100Mbps. Al treilea nivel este reprezentat de magistrala LPC (Low Pin Count) (standard ISA) la care sunt conectate cele mai lente dispozitive de I/O, adică canalele PS2 pentru tastatură și mouse. Probabil că în timp se va renunța la nivelul magistralei LPC, existând tendința ca dispozitivele de I/O să devină mai rapide și migrarea către USB. În general creșterea vitezei interfețelor face ca acestea să urce pe diagrama magistralelor. Un exemplu clar este interfața Ethernet care la viteză de 10/100Mbps este conectată la magistrala PCI dar la viteză de 1Gbps este conectată la magistrala procesor.

Un nou tip de magistrală, PCI Express (PCIe) are o altă filozofie a magistralelor, de la magistrale paralele la care fiecare linie este de semnal este un traseu clasic, la o magistrală paralelă care conține mai multe grupuri de linii de comunicații seriale numite canale. Un canal conține 2 linii de transmisie seriale unidirectionale. Magistrala PCI Express poate conține un canal (PCIe x2), 2 canale (PCIe x4), și.a.m.d. până la 16 canale (PCIe x32). Arhitectura magistralei seamănă cu arhitectura USB, viteza superioară fiind asigurată de un număr mai mare de canale seriale prin care se transferă date simultan.

2.6. Microcontrolere

În societatea actuală aplicațiile cu microcontrolere devin din ce în ce mai variate. Microcontrollerul este un calculator într-un singur circuit integrat care conține o unitate de prelucrare de date, memorie și o gamă largă de interfețe. Numărul și tipul interfețelor depinde de tipul de microcontroller, care se alege în funcție de cerințele aplicației.

Câteva aplicații sunt date în figura 2.13.

Microcontrollerul (MC) are schema bloc generală simplificată din figura 2.14. În această schemă sunt puse în evidență interfețele, numite și dispozitive de intrare ieșire I/O.

Unitatea centrală execută instrucțiunile din memoria program, pe care le primește prin magistrala de date. Arhitectura Harvard este posibilă și răspândită la MC pentru că de regulă instrucțiunile sunt stocate în memoria ROM iar datele în cea RAM. Modulele de interfață interne pot fi seriale sau paralele. Fiecare modul transferă date cu exteriorul prin intermediul registrului de date (RD). Modulul este comandat (configurat) de unitatea centrală prin intermediul unui registru de comenzi (RC) și se poate citi starea modulului prin registrul de stare (RS). De regulă structura de bază a familiei conține anumite interfețe considerate foarte importante (timer, canal serial de comunicații) și linii de I/O grupate în porturi paralele de uz general. Pe structura de bază se adaugă diferite tipuri de interfețe care împart liniile de intrare / ieșire cu porturile paralele de uz general.



Figura 2.13. Aplicații cu microcontrolere, sursa <http://blog.meti.in/general/bit-and-byte-of-a-microcontroller>

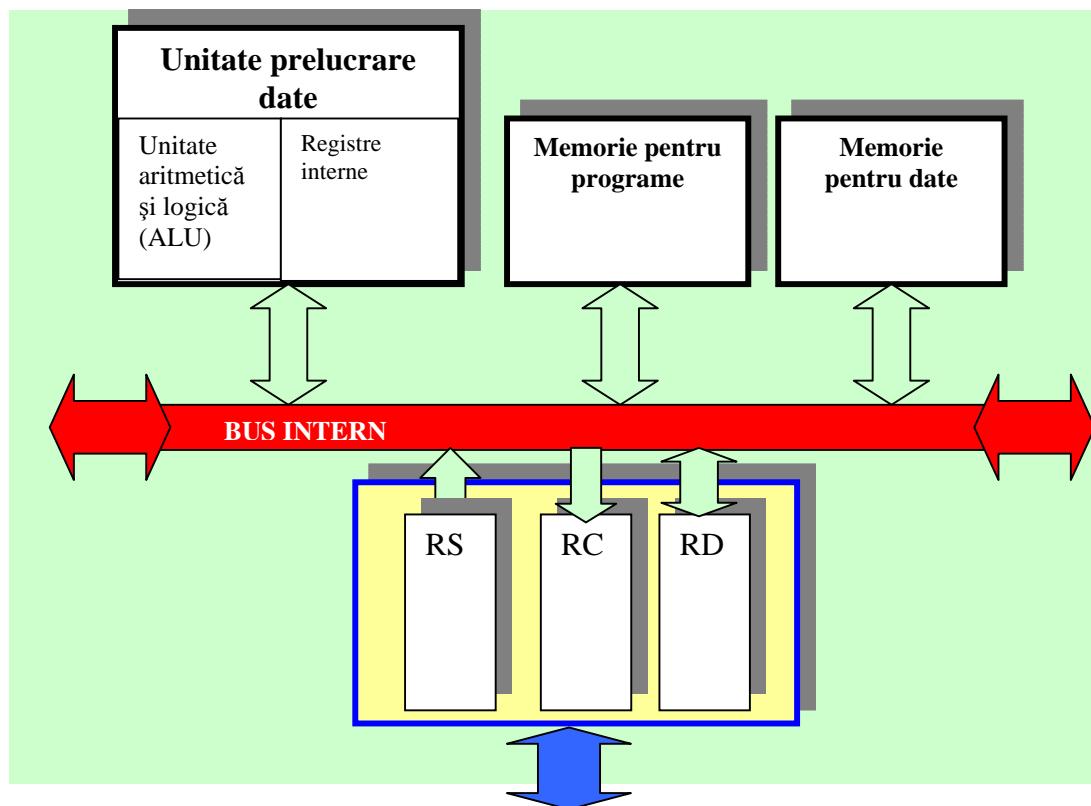


Figura 2.14. Schema bloc generală simplificată a unui microcontroller

Blocurile interne ale MC sunt legate între ele printr-o magistrală (bus) de date și una de adrese. Mărimea acestor magistrale constituie una dintre caracteristicile cele mai importante ale unui MC.

Arhitectura Von Neuman prevede existența unui bus unic folosit pentru circulația datelor și a instrucțiunilor. Când un controller cu o astfel de arhitectură adresează memoria pe linia de date se pune întrâi codul instrucțiunii apoi conținutul memoriei, accesul fiind realizat în 2 pași, deci destul de lent. Arhitectura Harvard prevede un bus separat pentru date și instrucțiuni.

Timerul este modulul intern care realizează funcțiile de timp, fiind unul dintre modulele cele mai importante și des folosite. Modulele timer sunt foarte diferite ca și funcționalități și complexitate, aspect de care trebuie ținut cont la alegerea microcontroller-ului pentru aplicațiile sensibile la timp.

De exemplu un vitezometru cu microcontroller pentru bicicletă ar putea fi proiectat pe baza unui timer intern, figura 2.15. Timerul numără câte secunde (sau milisecunde) trec între 2 impulsuri de la senzorul pe spînă. Știind circumferința roții, se poate afla spațiul parcurs în perioada de timp și astfel se poate calcula viteza bicicletei.

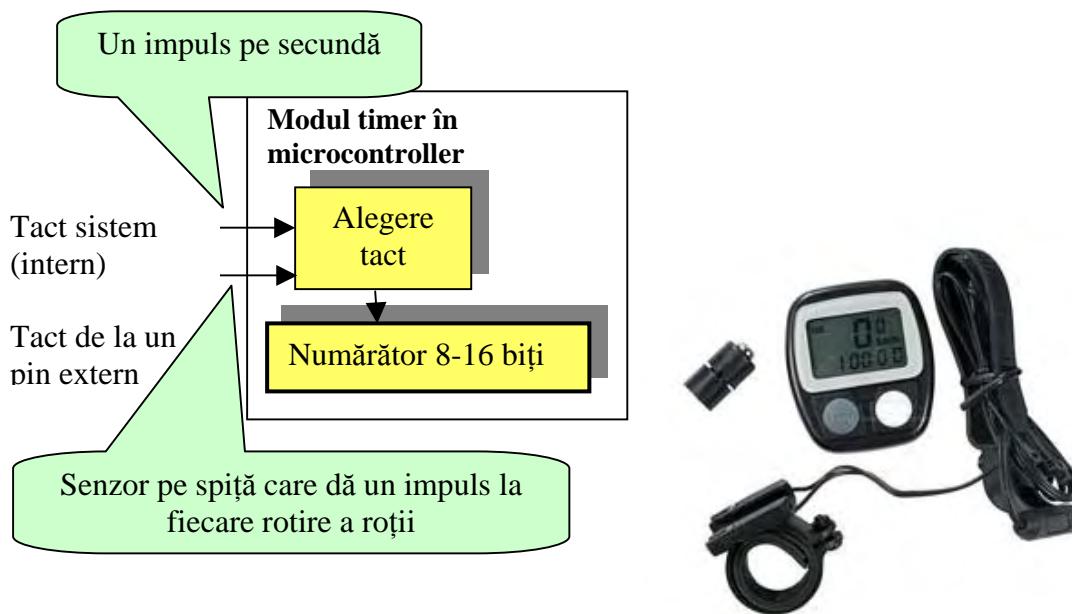


Figura 2.15. Schema bloc simplificată a modului timer pentru aplicația de determinare a vitezei unei biciclete (stânga) și un dispozitiv comercial (dreapta), sursa

<http://www.gasbike.net/speedometer-2682-2820-prd1.htm>

Un alt modul important este convertorul analog digital. O aplicație în care este folosit acest modul este implementarea unei siguranțe automate la supracurent pentru rețeaua de 240V. Microcontrollerul citește în buclă valoarea curentului și o compară cu o valoare de referință. Dacă curentul măsurat este mai mare decât o anumită valoare microcontrollerul comandă întreruperea circuitului cu un releu, figura 2.16:

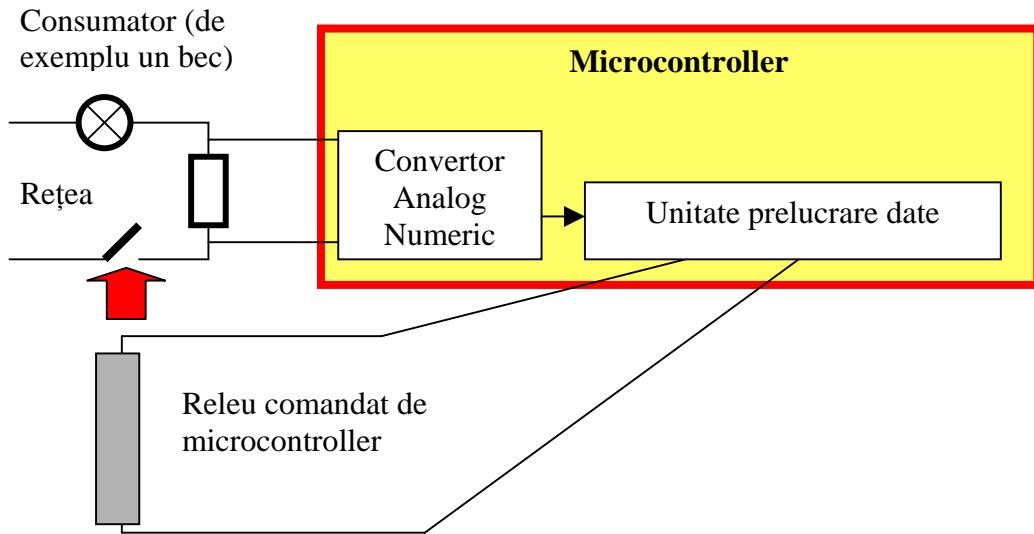


Figura 2.16. Schema bloc simplificată a unei aplicații de tip siguranță electronică cu microcontroller

Înainte de a face programul software care va rula pe microcontroller și va controla funcționarea aplicației este recomandat să se facă o schemă logică a programului, figura 2.17. Schema logică arată succesiunea de comenzi necesară realizării funcționalității dorite.

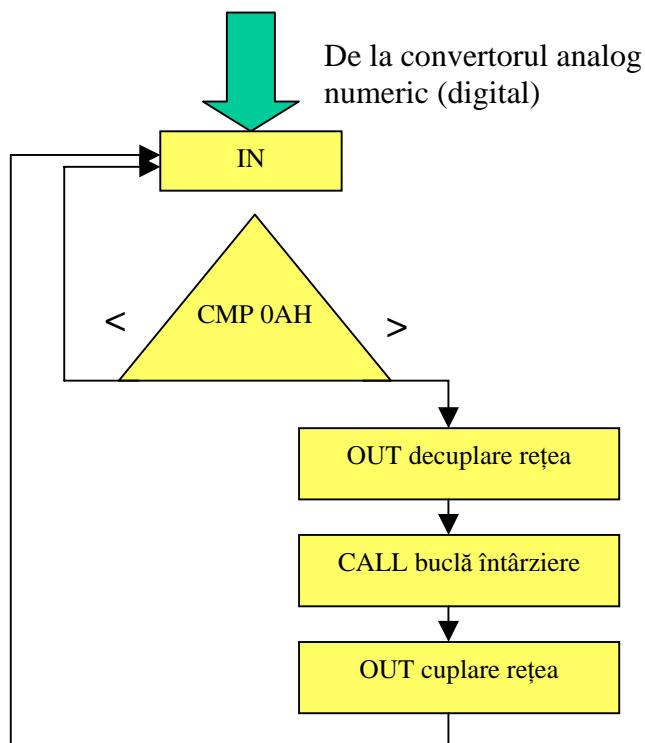


Figura 2.17. Schema logică a programului siguranței electronice cu microcontroller

Să presupunem că senzorul de curent cuplat la intrarea convertorului Analog Numeric este calibrat astfel încât se citește 00H la curent 0 și FFH la un curent de 15Amperi și că dorim o limită de decuplare la 10Amperi. În schema logică a programului se vede cum la primul pas se citește valoarea măsurată a currentului, se compară apoi cu 0AH (valoarea corespunzătoare pentru 10A). Dacă valoarea măsurată este mai mică decât 0AH, totul este în ordine și se reia măsurătoarea. Dacă valoarea măsurată este mai mare decât 0AH atunci microcontrollerul trimit un semnal care decuplează sarcina, oprind currentul. Se așteaptă o perioadă de timp după care se reia alimentarea sarcinii și bucla de program se reia, continuând supravegherea currentului.

2.7.Cât este de greu de realizat o aplicație cu microcontroller?

O căutare rapidă pe Internet arată că există o multitudine de concursuri pentru elevi în cadrul cărora aceștia construiesc jucării cu microcontrollere. De exemplu concursul Honeywell (<http://www.ziuacargo.ro/stiri/focus-stiri/elevi-din-bucuresti-campioni-mondiali-la-concursul-de-proiectare-auto-sustinut-de-honeywell>), bătălia roboților , (<http://www.digi24.ro/Stiri/Digi24/Actualitate/Educatie/Batalia+robotilor+Creatile+studentilor+au+luptat+in+ring+si+pri>) etc.

Iată ce spune despre acest subiect un profesor de la Clubul copiilor Petroșani "Deși pare dificilă la prima vedere, crearea unei "jucării" cu un microcontroler este perfect realizabilă de către orice Tânăr având vârstă cuprinsă între 12 (licean) și 70 de ani (depanator radio TV ieșit la pensie)" (<http://yo2kqk.kovacsfam.ro/revista/HOBBY.1415.pdf>).

Simplificarea realizării aplicațiilor cu microcontroller s-a datorat într-o măsură semnificativă apariției sistemelor Arduino, sisteme open source (programele și informațiile de programare sunt gratuite). Arduino a pornit ca un proiect al studenților în 2005 în Ivrea, Italia iar numele Arduino provine de la numele barului în care se întâlnneau studenții (<https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>).

Există furnizori în România care livrează sisteme de dezvoltare Arduino și o mare diversitate de module care pot fi conectate la aceste sisteme de dezvoltare (<http://www.robofun.ro/arduino>), (<https://www.teguna.ro/>).

În figura 2.18 stânga este prezentată imaginea celui mai simplu și ieftin modul, Arduino Uno echipat cu microcontrollerul ATmega328P, iar în dreapta Arduino Due cu un microcontroller avansat Cortex-M3, mai scump și mai dificil de programat dar mai rapid și cu mai multe porturi și interfețe de intrare ieșire.

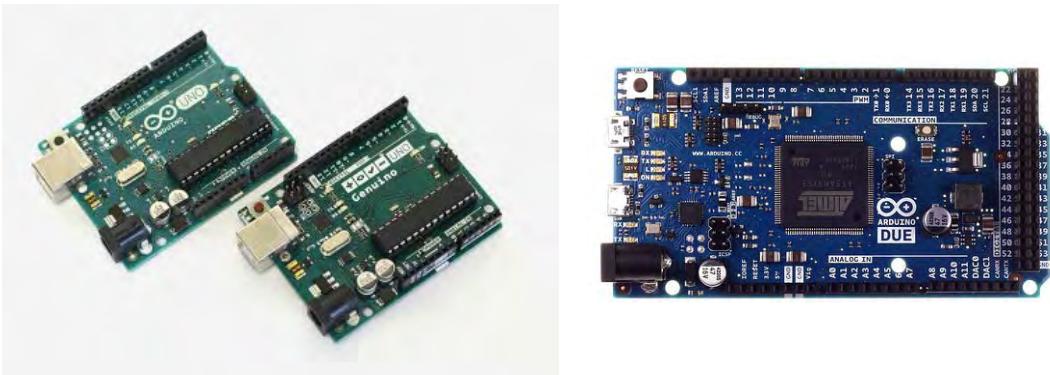
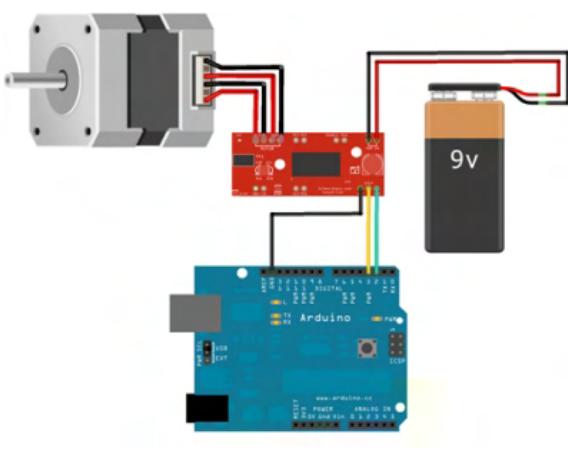


Figura 2.18. Sisteme de dezvoltare Arduino Uno (stânga) și Arduino Due (dreapta),
sursa <https://www.arduino.cc/>

Software-ul pentru crearea unei aplicații este gratuit și se poate descărca de pe pagina Arduino (<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>) iar programarea microcontrollerului de pe placă se poate face prin USB.

Există foarte multe module care se pot conecta la aceste sisteme de dezvoltare. Modulele sunt însoțite de exemple de programare. Varietatea modulelor este demonstrată printr-o listă sumară: Senzor de distanță cu ultrasunete, Senzor analog de temperatură, Senzor de lumină, Senzor digital de temperatură TMP102, Senzor de mișcare PIR (*Passive Infrared*), Senzor mecanic de înclinare, Accelerometru MMA7361, Senzor temperatură și umiditate DHT11, Modul optocupluri, Senzor de sunet analog, Senzor non-invaziv de curent 30A, Modul senzor de fum și de gaze periculoase: GPL, propan, hidrogen, alcool, gaz metan și fum, Senzor de presiune barometrică BMP085, Accelerometru TinkerKit 2/3 axe LIS344AL, Giroscop digital triaxial L3G4200D SPI/I²C, Modul Ethernet ENC28J60, Modul Bluetooth serial master-slave BC04, Modul USB CH375B, Transceiver radio nRF24L01 cu rază de 100m la 250kbps, Kit conectare radio APC220, Shield LCD + tastatură, Ardumoto - shield driver motor, Shield LCD color 128x128, Placă shield cu 126 de LED-uri de 10mm, Shield-ul Xbee cu modul wireless poate comunica la distanțe de până la 30 m în interior sau 100 m în aer liber, Shield Arduino GSM cu antenă integrată (GPRS), Shield WiFi Arduino care permite conectarea la o rețea WiFi cu ajutorul antenei integrate.

Pentru a avea o idee privind complexitatea realizării unei aplicații se pot consulta lecțiile puse la dispoziția utilizatorilor. Astfel, comanda unui motor pas cu pas este arătată în figura 2.19, preluată dintr-o lecție. Se vede că trebuie realizate un minimum de legături și că programul este simplu.



```

void loop(){
  //rotate a specific number of degrees
  rotateDeg(360, 1);
  delay(1000);
  rotateDeg(-360, 0.1); //reverse
  delay(1000);
  //rotate a specific number of microsteps (8
  microsteps per step)
  //a 200 step stepper would take 1600 micro
  steps for one full
  //revolution
  rotate(1600, 0.5);
  delay(1000);
  rotate(-1600, 0.25); //reverse
  delay(1000);
}

```

Figura 2.19. Comanda unui motor pas cu pas cu Arduino, sursa

<http://www.robofun.ro/docs/curs/1845353456565/MotoarePasCuPasArduinoEasyDriver.pdf>

Un sistem mobil echipat cu un senzor de gaz, un modul Arduino cu microcontroller, drivere pentru motoare de curent continuu și modul Bluetooth construit în cadrul unui proiect de diplomă este dat în figura 2.20. Comanda de la distanță se face cu un telefon mobil cu Android, interfața grafică a programului fiind arătată în dreapta.



Figura 2.20 . Sistem mobil pentru verificarea concentrației de gaz construit în cadrul unui proiect de diplomă

2.8.Diversitatea interfețelor și importanța cunoașterii lor

Diversitatea interfețelor care echipează calculatoarele este în prezent foarte mare. Fotografia din figura 2.21 dovedește această afirmație. Interfețele au fost definite în

subcapitolul 2.3. și cea mai importantă clasificare este în interfețe seriale și paralele. Majoritatea interfețelor din imagine sunt seriale și doar câteva sunt paralele, interfața SCSI și Centronics (notate cu 1 pe figură). Această carte se focalizează asupra calculatoarelor personale și asupra PC-urilor. Toate interfețele din imagine există sau au existat la calculatoarele PC și doar interfața USB și RS232 se utilizează la majoritatea microcontrollerelor (notate cu 2 pe figură).

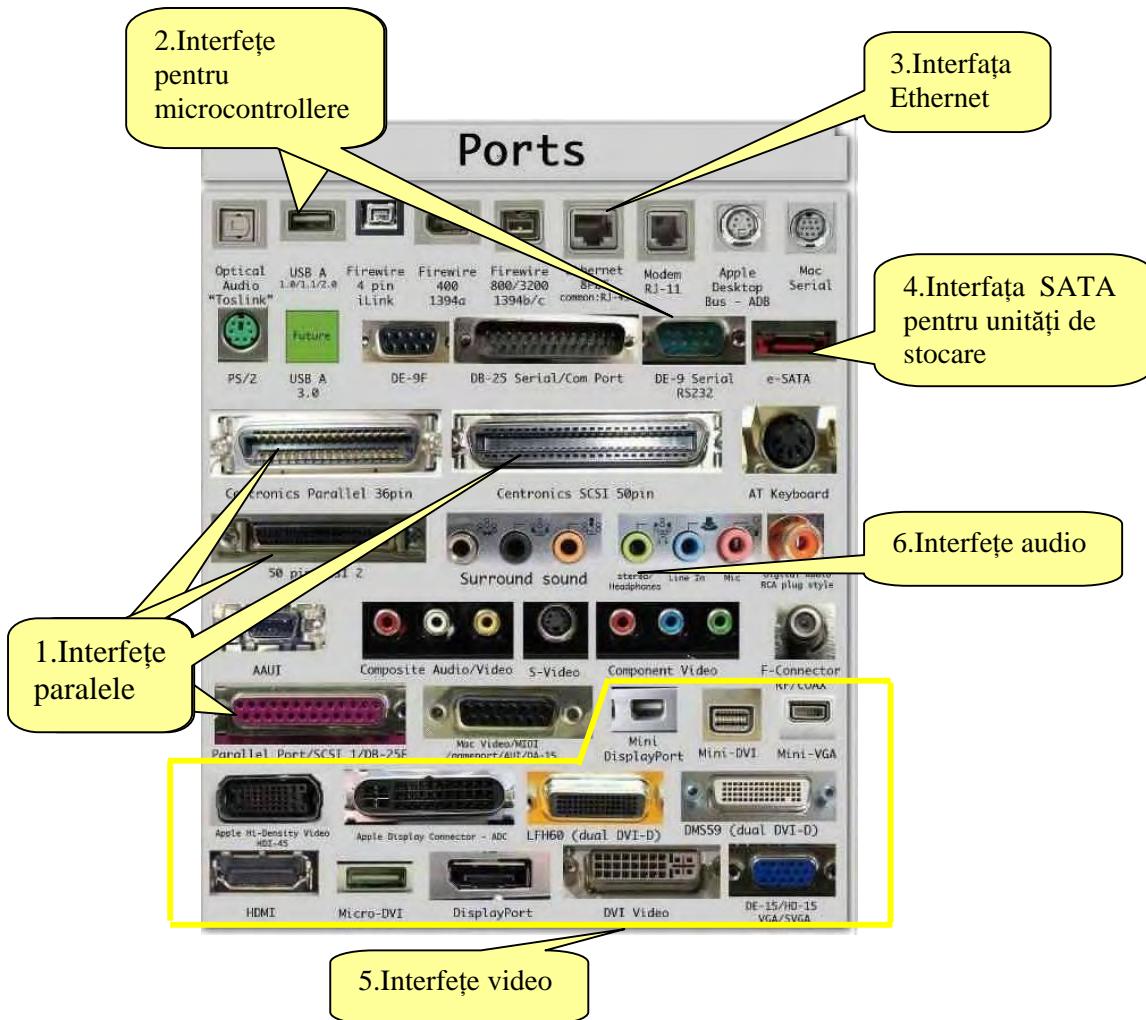


Figura 2.21. Conectori de interfețe, într-o fotografie care arată diversitatea tipurilor de interfețe, sursa <http://duino4projects.com/list-of-common-ports-for-interfacing-with-images/>

Interfața pentru rețea Ethernet, rețea care va fi descrisă sumar în capitolul 3 este notată cu 3 pe figură, iar interfața pentru echipamentele periferice de stocare (hard disc și unități optice) este notată cu 4 pe figură. Interfețele video, notate cu 5 pe figură sunt menționate în capitolul 6. Acestea au o diversitate mare, de aceea au fost marcate cu un chenar galben. Interfețele audio, notate cu 6 pe figură vor fi pomenite în capitolul 9.

Pentru a justifica cunoașterea interfețelor pot fi aduse două argumente:

1. Fiecare echipament periferic destinat utilizării împreună cu un calculator PC este construit cu o anumită interfață. La cumpărarea unui echipament trebuie ca interfața lui să fie compatibilă cu cea a calculatorului, iar dacă nu este compatibilă este nevoie de adaptare. Au fost multe cazuri în care au fost cumpărate calculatoare cu interfață DVI și monitoare cu VGA sau invers.
2. În cadrul activității profesionale mulți specialiști au conectat diverse echipamente la calculatoare PC sau microcontrollere, prin interfețe existente sau prin adaptarea interfețelor existente.

În vederea familiarizării studenților (chiar și de la alte specializări decât Electronică sau Calculatoare) au fost create câteva lucrări de laborator. Pentru aceste lucrări de laborator a fost conceput un dispozitiv care se poate cupla la un calculator PC prin interfață paralelă sau USB. Dispozitivul conține un port de ieșire echipat cu 8 diode LED și un port de intrare echipat cu 4 microîntrerupătoare. Cu un software simplu se pot da comenzi de aprindere a LED-urilor și se poate citi starea microîntrerupătoarelor. O fotografie a dispozitivului cuplat la un calculator este dată în figura 2.22:



Figura 2.22. Dispozitivul cu LED-uri conectat la o interfață paralelă de PC

În prima lucrare se revăd noțiunile teoretice legate de conversiile numerelor exprimate în baza 10, 2 și 16 precum și funcționarea unei unități centrale, focalizând explicațiile pe registre, porturi de intrare ieșire și instrucțiuni în limbaj de asamblare pentru microprocesoarele din familia x86. Este prezentat de asemenea un program cu care se pot rula programe simple și scurte. În următoarele ședințe de laborator se rulează programe care aprind LED-urile în anumite secvențe întâi pas cu pas, apoi la viteza procesorului. Programele devin în fiecare ședință mai complexe și mai interesante,

fără însă a depăsi 20, 30 de instrucțiuni. Programele realizate aprind LED-uri în diferite secvențe și citesc întrerupătoare.

Aceleași aplicații pot fi implementate și la interfațarea unui microcontroller. O asemenea aplicație este prezentată în figura 2.23. Aplicația analizează cuvintele unei postări pe un site de socializare și în funcție de anumite cuvinte cheie existente în text clasifică postările în triste, vesele etc. și aprinde anumite grupuri de LED-uri.

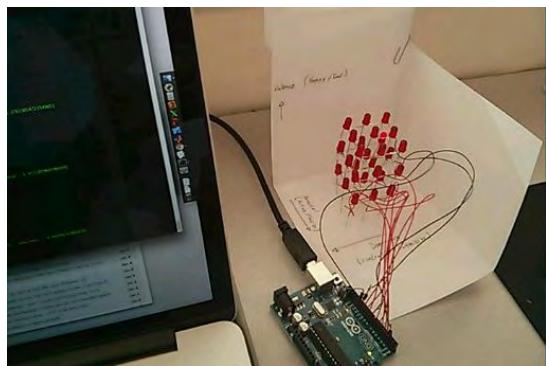


Figura 2.23. LED-uri conectate pe un port paralel al unui microcontroller, sursa
<http://duino4projects.com/tweeter-sentiment-led-cube/>

2.9.Câteva interfețe seriale tipice

Interfața serială UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) este una dintre primele interfețe seriale utilizate, apărută după binecunoscutul cod Morse. Gordon Bell de la Digital Equipment Corporation a realizat pentru prima dată această interfață pentru calculatoarele PDP în anii 1960. Western Digital a creat în 1971 primul circuit integrat cu funcția de UART. Interfața UART s-a dezvoltat continuu și a intrat în configurația calculatorului IBM PC. După o lungă existență în PC-uri interfața UART a fost treptat eliminată începând din anii 2000. Microcontrolerelor au preluat această interfață care a fost inclusă în structura lor, iar circuitele specializate bazate pe calculator au păstrat interfața. Un exemplu sunt circuitele specializate din telefonul mobil, care vor fi prezentate în [10.4.Descrierea unor module interne din telefoanele inteligente](#). Câteva tipuri de module de transmisie fără fir au interfață serială UART, [5.Comunicații fără fir](#).

EIA (*Electronics Industries Association*) împreună cu TIA (*Telecommunication Industry Association*) au realizat standarde pentru interfețele seriale UART. Standardul cel mai utilizat în prezent este EIA/TIA RS232-E. Nivelele de tensiune pe linia de transmisie sunt mai mari (-25V și + 25V) și asigură o margine de zgromot mai

mare, prin urmare o imunitate mai mare la perturbații. Distanța maximă de transfer este de 15m la un debit de informație de 115Kbps.

Termenii Half Duplex (HDX) și Full Duplex (FDX) se referă la simultaneitatea transferului de date în ambele sensuri între două echipamente. Dacă există flux de date atât într-un sens cât și în celălalt, dar nu simultan, atunci transferul este HDX. Dacă există flux de date într-un sens și în celălalt în același timp, atunci transferul este FDX. În industrie se folosește pentru HDX termenul TWA (Two Way Alternate) și pentru FDX termenul TWS (Two Way Simultaneous).

O legătură punct la punct conectează două dispozitive, iar o legătură multipunct conectează mai multe de două dispozitive. Aceste legături sunt ilustrate în figura 2.24. În legătura punct la punct, unul din dispozitive este emițător și celălalt este receptor (stânga). În legătura multipunct un singur dispozitiv este emițător și dintre celelalte, la un moment dat, unul sau mai multe dispozitive sunt receptoare (dreapta). Receptorul este activat printr-un mecanism de adresare specific interfeței.

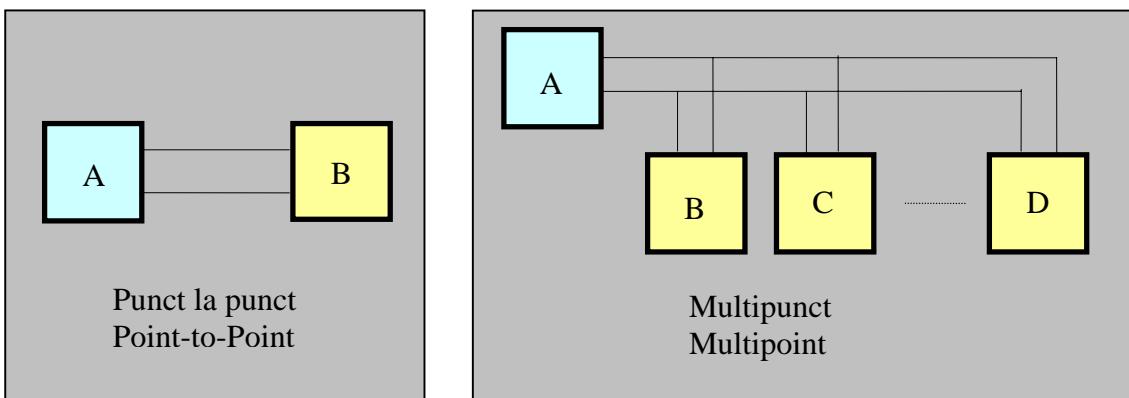


Figura 2.24. Legătură punct la punct și multipunct

Din punctul de vedere al acestor precizări, interfața serială RS232 este o interfață punct la punct, Full Duplex. Datele circulă prin liniile TxD și RxD în mod FDX sau HDX, depinde de capacitatea circuitelor seriale de interfață. Transmisia serială RS232 poate fi cu tact standard și în acest caz cele două generatoare de tact generează un tact precizat în standard și în foile de catalog a circuitelor. Dacă tactul este generat la un singur sistem și este transmis prin linia de transmisie se obține o transmisie serială cu transmiterea tactului, care poate asigura un debit mai mare de informație. În transmisia RS232 cele două sisteme trebuie să aibă masă comună, deci conexiunea trebuie completată cu o linie de masă (GND).

Pentru transfer poate fi implementat un protocol software care se numește XonXoff. Acest protocol înseamnă transmisia pe linia TxD și receptia pe RxD a unor coduri, unul care semnifică "liber" (Xon) și unul care semnifică "ocupat" pentru Xoff. În această situație schema de conexiune este dată în figura 2.25.

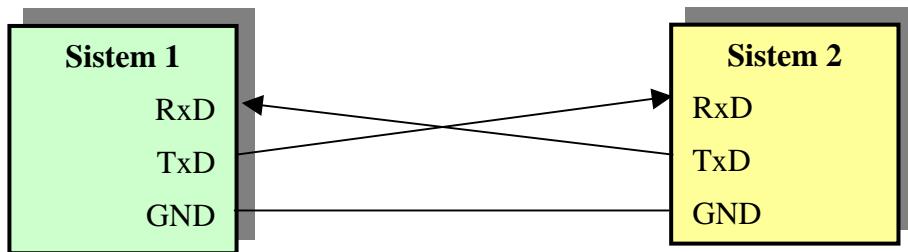


Figura 2.25. Transmisia RS232 pe 3 fire cu protocol software

Tactul de transmisie este standard dar evoluția echipamentelor a necesitat mărirea vitezei de comunicație. De aceea s-au definit viteză standard de comunicație iar circuitele de interfață serială prelucrează prin divizare tactul standard pentru a obține mai multe viteză de comunicație standard, selectable software. Viteză de comunicație standard sunt (în Baud): 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200.

Structura cuvântului transmis pe linia de transmisie este dată în figura 2.26. Linia de transmisie este în repaus în starea MARK (1 logic). Emisia unui caracter este precedată de trecerea liniei în starea SPACE (0 logic) pe durata unui bit numit de START.

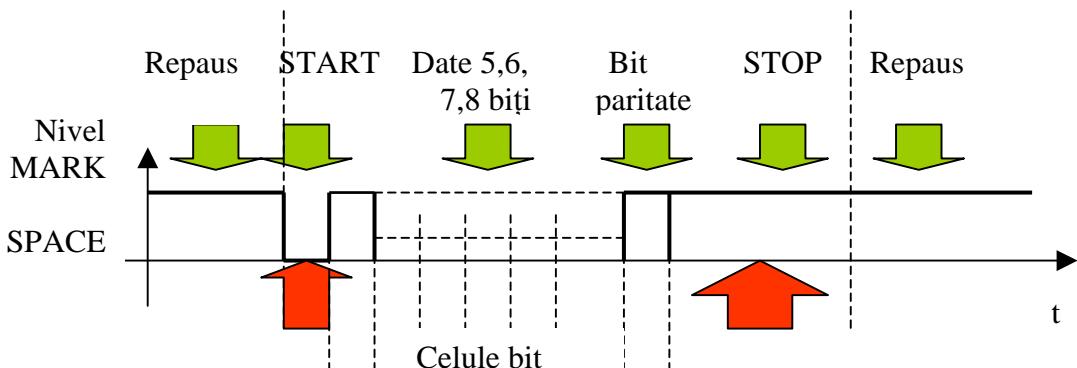


Figura 2.26. Structura unui cuvânt serial asincron

După bitul de START urmează 5, 6, 7 sau 8 biți de date cu codare NRZ. Codarea NRZ nu este autosincronizabilă, prin urmare transmisia serială asincronă poate fi cu tact standard sau cu transmisia tactului. Transmisia se numește asincronă pentru că emisia unui caracter poate avea loc în orice moment, dacă linia este în repaus, în stare MARK. Biții în cuvânt sunt transmiși sincron, cu un tact standard sau cu un tact transmis, fiecare bit fiind codificat cu un nivel logic într-o celulă bit. După biții de date urmează un bit de paritate pentru verificarea corectitudinii mesajului la receptor.

După bitul de paritate urmează un bit, un bit și jumătate sau doi biți de STOP, în stare MARK, după care linia reintră în repaus.

Interfața serială LIN UART ((Local Interconnect Network UART) este o interfață de comunicații seriale sincrone sau asincrone utilizat în domeniul auto. Comunicația poate fi bidirectională Full Duplex și se poate lucra în modul *master/slave*.

Modulul LIN UART poate lucra în mai multe moduri, asincron sau sincron. Funcționarea este asemănătoare cu cea a interfeței seriale UART.

Modul de operare asincron are loc în condițiile în care tactul nu se transmite pe linie, caracterele se transmit asincron dar biții în caracter se transmit cu un tact standard, care poate fi ales la transmițător și la receptor. Transferul începe cu un bit de START (nivel 0) și se termină cu unul sau 2 biți de STOP ca și la UART. În plus față de UART, interfața LIN poate lucra în modul multipunct, cu mai multe circuite SLAVE, iar un cuvânt serial poate reprezenta un cuvânt de date sau de adresă, figura 2.27.



Mod UART asincron



Mod multipunct asincron

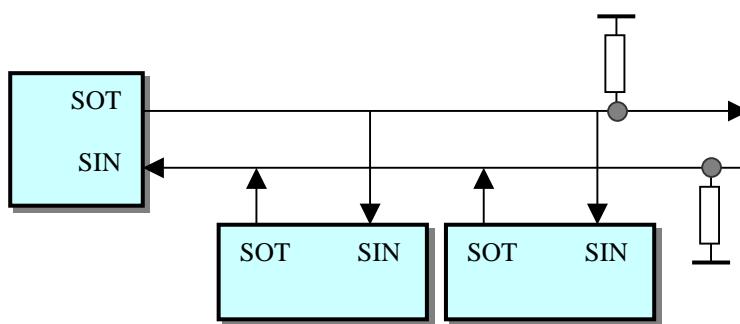
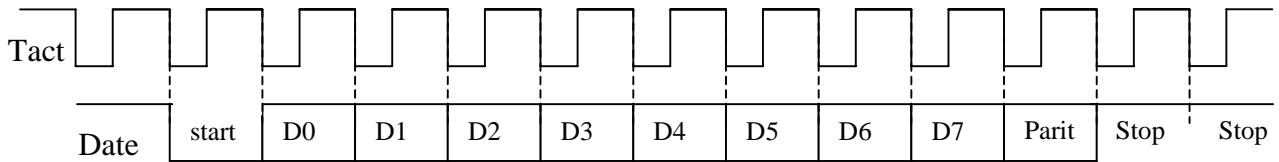
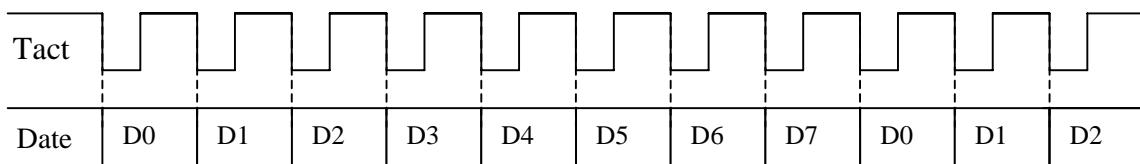


Figura 2.27. Structura cuvintelor seriale asincrone și o legătură LIN multipunct, sursa <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/Microcontrollere%20Fujitsu/>

Transmisia în mod sincron are loc în prezență unui tact transmis o dată cu datele. Datele pot fi transmise fără separatori între octeți și în acest caz tactul este transmis numai când se transmit date sau în același format ca la transferul asincron (bit de START, STOP și paritate), caz în care tactul se transmite permanent, figura 2.28:



Date cu separare (Un bit de stop poate să lipsească, tactul este prezent permanent.



Date fără separare, (tactul este generat doar când se transmit date, altfel linia este în stare MARK.

Figura 2.28. Structura cuvintelor seriale sincrone cu separare și fără separare, sursa

<http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/Microcontrolere%20Fujitsu/>

Interfața serială SPI (Serial Peripheral Interface) este o interfață sincronă, cu transmisia tactului alături de date. Interfața permite un transfer de date full duplex, pe 4 fire și poate lucra cu mai multe dispozitive slave pe care le selectează cu semnale de selecție dedicate. Interfața SPI a fost creată de Motorola și este dedicată transferurilor de date la distanțe mici, mai ales la comunicația între circuite (https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface_Bus). O schemă bloc de conectare prin SPI este dată în figura 2.29.

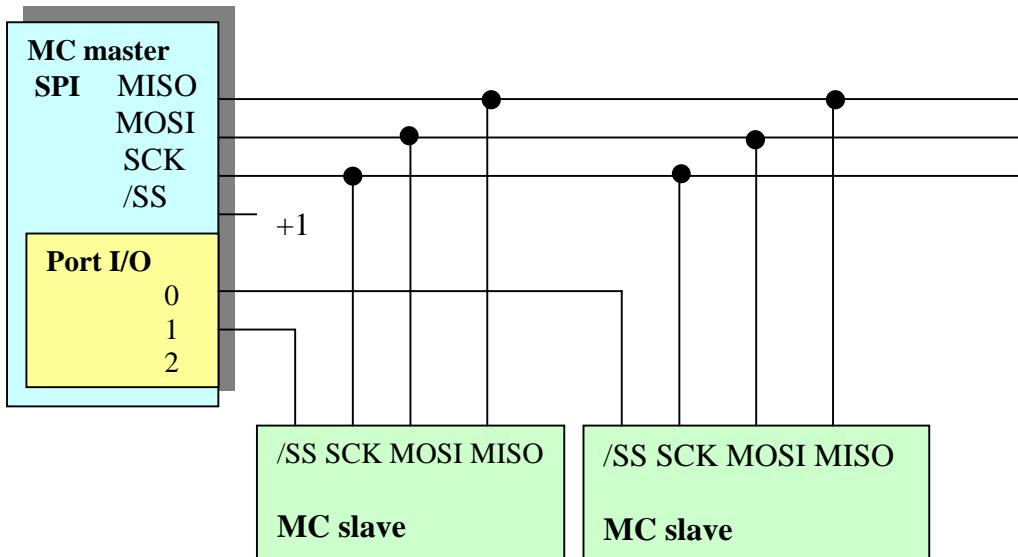


Figura 2.29. Schema bloc de conectare prin SPI

Interfața SPI este inclusă în majoritatea microcontrollerelor, unde este utilizată la programare sau la conectarea unor circuite și traductoare. SPI este utilizată și la conectarea modulelor interne din telefonul mobil, [10.4.Descrierea unor module interne din telefoanele inteligente](#). Debitul maxim de informație este în funcție de frecvența tactului și poate fi de câțiva Mbps.

Pinii au următoarea semnificație:

- SCK (Serial Clock) este ieșire de tact pentru sincronizare;
- MOSI (Master Output Slave Input) este ieșirea serială pentru MASTER;
- MISO (Master Input Slave Output) este intrarea serială pentru MASTER;
- /SS (Slave Select) selectează circuitul SLAVE.

Dacă dispozitivul master lucrează cu mai multe dispozitive slave atunci semnalul /SS nu este suficient și selecția dispozitivului slave se face cu linii de ieșire dintr-un port I/O auxiliar.

Interfața serială I²C (Inter-Integrated Circuit) este o interfață multimaster și multislave (multipunct), inventată de Philips în 1982. Magistrala serială SMBus, asemănătoare cu I²C dar cu o definire mai strictă a protocolelor a fost introdusă de Intel în 1995. Ca și aplicații posibile I²C conectează aparate de uz casnic la calculator, dar este utilizată și la interfațarea circuitelor specializate, cum sunt de exemplu cele din telefonul mobil, care vor fi prezentate în [10.4.Descrierea unor module interne din telefoanele inteligente](#). Viteza de transfer a datelor este de 10kbps în modul *low speed*, 100kbps în mod *standard*, 400 kbps în mod *fast*, 1Mbps în mod *Fast mode plus* sau Fm+, și 3,4Mbps în mod *high speed*.

Conform standardului de bază, interfața conține două linii active, una de tact SCL și una de date SDA și o linie de masă. Adresarea este făcută de master pe un spațiu de adrese de 7 biți (2^7 locații adresabile) dar există și posibilitatea de adresare pe 10 biți în standardele următoare. Fiecare nod care are alocată o adresă poate fi master sau slave. Un nod master generează tact și inițiază un transfer de date cu un nod slave iar un nod slave recepționează tactul și răspunde atunci când recunoaște pe linie adresa proprie. Rolerile de master și slave pot fi schimbată, după terminarea unui mesaj. Într-o structură multimaster este posibil ca două circuite master să înceapă transmisia unui mesaj în același moment. Acest eveniment este numit coliziune și va fi analizat detaliat în [4.4.Configurarea rețelei](#). Coliziunea este recunoscută de nodurile master care au trimis mesaje în același timp datorită faptului că linia de transmisie este citită de fiecare master și ceea ce citește fiecare master este diferit de ceea ce au trimis pe linie. Coliziunea determină declanșarea unui proces de arbitrage, prin care ambele noduri master renunță la trimiterea mesajului, apoi retrimit mesajul.

O transmisie inițiată de master începe cu transmisia unui bit de start (o tranziție din 1 în 0 a lui SDA când SCL este în 1), se transmite apoi adresa de 7 biți a nodului slave, apoi un bit care arată sensul transferului (0 dacă nodul master dorește să transmită și 1 dacă dorește să recepționeze date). Nodul slave răspunde cu un bit de confirmare (ACK). În următorul pas nodul master transmite sau recepționează cuvinte de date de 8 biți, cu confirmare prin bitul ACK. Transmisia se termină cu un bit de stop (o tranziție din 0 în 1 a lui SDA când SCL este în 1), figura 2.30. Mai multe detalii sunt la <https://en.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C>.

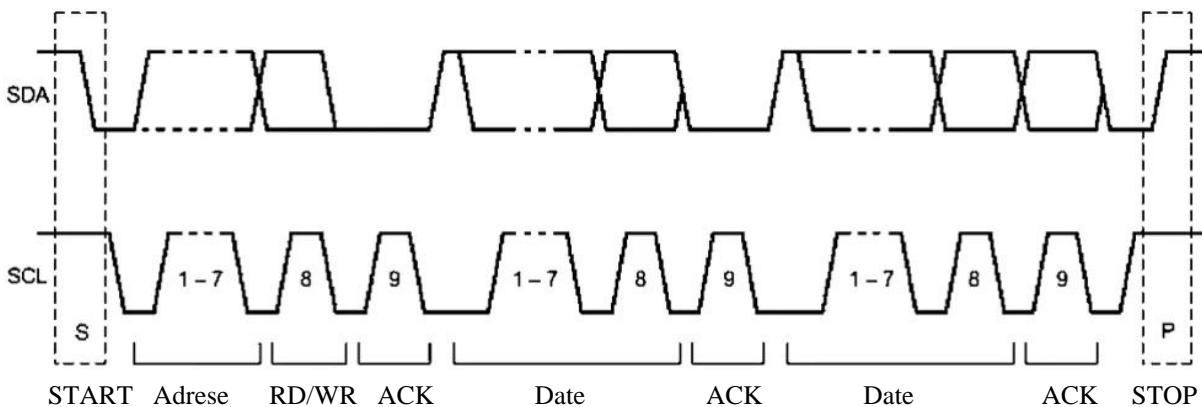


Figura 2.30. Transferul de date prin I²C, sursa
<http://maxembedded.com/2014/02/inter-integrated-circuits-i2c-basics/>

Magistrala USB (Universal Serial Bus) este în prezent cea mai răspândită variantă de conectare a dispozitivelor periferice la calculatoare PC. Printre perifericele cu USB se pot menționa imprimantele, stick-urile de memorie flash, aparatelor foto, telefoanele mobile dar și tensiometre, jucării sau fierbătoare de cafea, figura 2.31.



Figura 2.31. Exemple de dispozitive USB

Magistrala USB este bazată pe o transmisie serială, sincronă, entitatea este cadrul (blocul) de date, codificare de grup cu adăugare de biți, cu refacerea tactului din datele citite, verificarea corectitudinii transferului cu CRC.

Magistrala USB a fost introdusă cu dorința de a oferi utilizatorilor o interfață universală, cu viteză mare și ușor de folosit, mai ieftină pentru că, fiind serială, cablurile și conectorii costă mai puțin. Aceste considerente au impus magistrala USB pe piață, în prezent aceasta ocupând o cotă mare de piață în domeniul interfațărilor. Complexitatea USB este mai mare decât a interfețelor înlocuite, adică a interfeței UART, I²C sau SPI, fiind din acest punct de vedere mai apropiată de Ethernet. În 2008 au fost vândute peste 3 miliarde de dispozitive USB, iar intrarea pe piață a USB 3.0 (SuperSpeed USB) în anul 2009, cu o estimare de vânzări de 25% din totalul dispozitivelor USB asigură condițiile supraviețuirii îndelungate. Caracteristicile principale ale magistralei USB sunt:

- o rata de transfer este de 1,5 Mbps la USB 1.0 (Low Speed), 12Mbps la USB 1.1 (Full Speed), 480Mbps la USB 2.0 (Hi Speed) și 4,8Gbps la USB 3.0 (Super Speed);
- o conectează până la 127 de dispozitive la un calculator gazdă, într-o topologie de tip stea multiplă. Nu se pot conecta dispozitive USB fără un calculator gazdă;

- o configurarea este automată, adică se poate conecta un dispozitiv USB fizic în mers (Hot Plug In). Se remarcă creșterea complexității software față de partea hardware;
- o cablul conține linii de alimentare, așa că dispozitivele USB pot fi alimentate de la gazdă (bus powered device) sau pot avea alimentare proprie (self powered device). Din acest motiv cablurile au conectori diferenți pentru conectarea spre gazdă (upstream) și spre dispozitiv (downstream);
- o distanța de conectare este de maximum 5m, distanța se poate mări prin inserarea de hub-uri.

Specificațiile acestei magistrale descriu atributele de magistrală, definesc protocolul, tipurile de tranzacții, administrarea magistralei (bus management) și totodată furnizează informații necesare pentru construirea unui sistem în acest standard.

Magistrala USB definește trei categorii de dispozitive fizice:

- o gazda USB (USB Host)
- o dispozitive USB (USB function)
- o distribuitoare USB (USB Hub)

Dispozitivele USB sunt conectate într-o topologie de tip stea multiplă. Topologia USB este reprezentată în figura 2.32. În nodul fiecărei stele se găsește un hub.

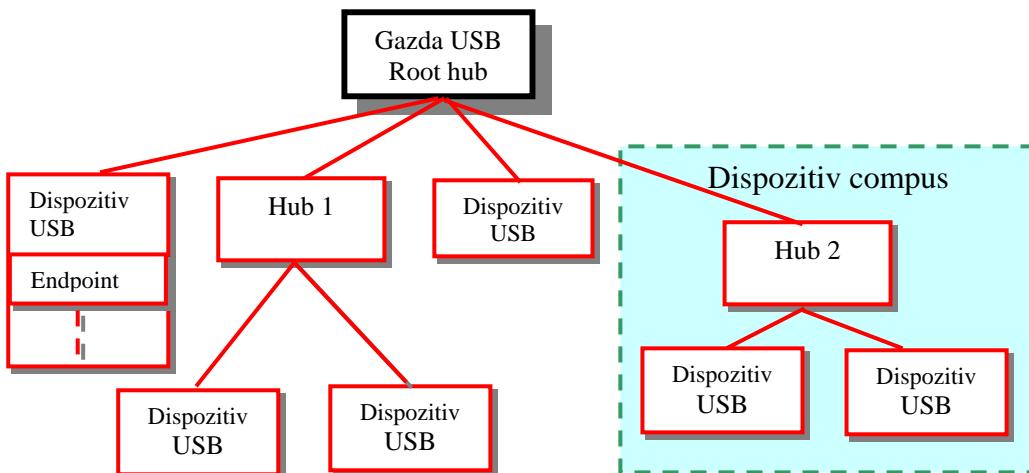


Figura 2.32. Arhitectura stea multiplă a USB

Legătura este multipunct pe magistrală dar punct la punct între hub și dispozitive. Este posibil ca un echipament fizic să conțină mai multe dispozitive USB și un hub, acest grup numindu-se dispozitiv compus. Un exemplu este o multifuncțională care conține imprimantă, scanner și fax.

Inițiatorul transferurilor de date pe magistrală este gazda USB. Protocolul folosit este protocol prin interogare. Datele vehiculate pe magistrală sunt grupate în cadre de date, (blocuri de date sau pachete). Fiecare tranzacție începe prin trimiterea de către gazdă a unui pachet de semnalizare -*token packet*- care descrie tipul și sensul tranzacției și adresa dispozitivului USB. Dispozitivul adresat se selectează prin decodificarea adresei ce-i corespunde. Urmează transferul de date de la gazdă spre dispozitivul adresat sau invers, după cum este specificat în pachetul de semnalizare. Receptorul răspunde în această tranzacție printr-un pachet de dialog -*handshake packet*- prin care se confirmă (sau nu) încheierea cu succes a transferului de date.

O noutate a USB este faptul că admite mai multe tipuri de transferuri de date în funcție de debitul și viteza de transfer necesare tranzacției:

- o transferuri de control (*Control Transfers*) - sunt folosite pentru configurare și comandă și obligatoriu trebuie să fie suportate de toate perifericele;
- o transferuri cu volum mare de date (*Bulk Data Transfers*) permit dispozitivelor să schimbe cantități mari de informație cu gazda pe măsură ce magistrala devine disponibilă, (ex.: camere digitale, scannere sau imprimante);
- o transferuri prin întreruperi (*Interrupt Data Transfers*) a fost proiectat ca suport pentru periferice de intrare controlate de om, (tastatură, mouse, joystick), care au nevoie să comunice rar, cantități mici de date. Datele transferate în acest mod sunt caractere, coordonate sau semnalizări de evenimente organizate în unul sau mai mulți octeți;
- o transferuri izocrone (*Isochronous Transfers*) - asigură un acces garantat la magistrală, flux de date constant și tolerează erorile de transmisie. Datele izocrone sunt continue și în timp real la toate nivelele: generare, emisie, recepție și utilizare la receptor. Acest tip de transfer este folosit pentru fluxuri de transfer în timp real cum ar fi sistemele audio.

Interfața serială SATA este cea mai răspândită interfață în prezent pentru cuplarea hard discurilor, a unităților SSD și a unităților optice, [3.Stocarea datelor](#). Interfața este formată din 2 perechi de fire cu transmisie LVDS (Low Voltage Differential Signaling, 250mV), o pereche pentru date emise, una pentru date recepționate, transmisia fiind diferențială. Datele sunt codificate 8B/10B ca și Ethernet Gigabit, PCIe sau Fibre Channel. Legătura SATA este o legătură punct la punct, fiecare drive este conectat printr-un cablu serial la placa de bază. SATA a înlocuit interfața paralelă ATA (numită și PATA) (Advanced Technology Attachment).

Prima generație SATA (SATA 150) comunică cu viteza de 1,5Gbps, ceea ce înseamnă circa 1,2Gbps informație utilă, adică 150Mocteți/s, ceva mai mult decât ATA133. SATA 300 (SATA 2) asigură o viteză de 3Gbps și are compatibilitate în jos la SATA 150 în urma unei negocieri la inițializare.

Avantajele SATA sunt:

- o Viteza de transfer ridicată
- o Posibilitatea implementării Hot Plug In
- o Posibilitatea unor porturi externe SATA (eSATA)
- o Cablul de date este mai mic deci mai ieftin și asigură o circulație mai bună a aerului în carcasă.

Interfața SATA este o interfață serială sincronă cu refacerea tactului din datele citite, codificarea fiind cu adăugare de biți, transmisia fiind realizată cu cadre (blocuri) de date. Sunt definite secvențe de date numite primitive SATA care sunt de fapt cadre de date utilizate pentru comenzi și stări. Înainte de transferul de date interfața SATA negociază viteza de transfer. Pentru aceasta se folosesc cadrele sau primitivele de negociere.

Interfața serială HDMI (High-Definition Multimedia Interface) este dedicată transferului de date video și audio, înlocuind vechile interfețele analogice cum este VGA. Interfața conectează de regulă controlere video cu monitoare, televizoare, proiecțoare etc. Semnalele interfeței HDMI sunt aceleași cu cele ale DVI (Digital Visual Interface) și conversia este simplă și fără pierderi. Interfața HDMI a fost dezvoltată de grupul de firme fondatoare Hitachi, Panasonic, Philips, Silicon Image, Sony, Thomson, RCA și Toshiba în 2002. Răspândirea interfeței a fost rapidă, astfel în SUA s-au vândut 5 milioane de dispozitive cu HDMI în 2004, 17.4 milioane în 2005, 63 milioane în 2006, 143 milioane în 2007, 600 de milioane în 2009 (sursa <https://en.wikipedia.org/wiki/HDMI>). În 2013 s-a anunțat vânzarea în total a 3 miliarde de sisteme cu HDMI. Standardul CEA-861 conține specificațiile detaliate ale interfeței HDMI.

Transferul datelor este realizat prin cadre de date, sistemul fiind numit Transition Minimized Differential Signaling (TMDS). Cadrele de date transmisie prin acest procedeu sunt de trei tipuri: cadre de date video, date audio și date de control. Acestea din urmă se transmit în timpul stingerii pe verticală și orizontală a pixelilor.

Un canal suplimentar de date numit DDC (Display Data Channel) și care este o interfață serială I²C asigură comunicația între sursa video și echipamentul de afișare pentru stabilirea parametrilor de imagine acceptați.

În concluzie, au fost prezentate la sfârșitul acestui capitol câteva interfețe seriale tipice, pentru a pune în evidență mai multe aspecte. În primul rând răspândirea interfețelor seriale a depășit cu mult pe cea a celor paralele. Toată lumea știe că USB este cea mai răspândită interfață iar unitățile de stocare de date interne se conectează acum prin interfața serială SATA. Locurile în care se utilizează aceste interfețe sunt variate, la calculatoare personale (USB), la stocarea datelor (SATA), în domeniul auto

(LIN UART), la aplicații video (HDMI), la microcontrolere și circuite specializate (UART, SPI și I²C). Din descrierea interfețelor seriale se poate vedea că unele sunt simple și transmisia este orientată pe cuvânt (UART, LIN UART, SPI, I²C) iar altele sunt complexe și transmisia este orientată pe blocuri de date (USB, SATA, HDMI). În această carte interfețele seriale vor mai fi completate ca informații în capitolul 4 la interfața serială Ethernet, iar aplicații vor fi presărate în multe din capitolele următoare. Transmisiile fără fir se bazează pe interfețe seriale pentru că de fapt datele sunt transmise prin aer bit după bit, adică serial.

Mai multe detalii despre noțiunile parcurse în capitolul 2 pot fi găsite în [15.Bibliografie](#), [1-20].

3.Stocarea datelor

Un echipament periferic este un dispozitiv conectat la o unitate de procesare și memorare de date care asigură intrarea și / sau ieșirea datelor, sursa <https://en.wikipedia.org/wiki/Peripheral>. Prin prisma definiției calculatorului dată de Von Neumann, echipamentele periferice au funcționalitățile 1 și 5, adică asigură 1.Un mediu de intrare prin care se introduc date și programe din exterior și 5.Un mediu de ieșire prin care rezultatele sunt furnizate operatorului.

Într-o clasificare simplificată echipamentele periferice pot fi :

- 1.Cu funcția de stocare de date, funcționalitate asemănătoare memoriei;
- 2.Cu funcții conversaționale, prin care se introduc date în calculator (tastatură, mouse, scanner) sau se oferă date utilizatorului (monitor, imprimantă).

În acest capitol se descriu 3 tipuri de echipamente periferice de stocare, bazate pe trei principii fizice diferite. Aceste periferice realizează o stocare nevolatilă a informației, adică la dispariția tensiunii de alimentare informația nu se pierde.

3.1.Stocarea datelor pe suporturi magnetice

Cel mai cunoscut suport magnetic pentru stocarea datelor este hard discul. 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 3.1:



Figura 3.1. Hard disc Seagate de 5,25" de 20M (sursa: colecția personală P. Ogruțan)

Componentele importante din structura unui hard disc sunt reprezentate în figura 3.2:

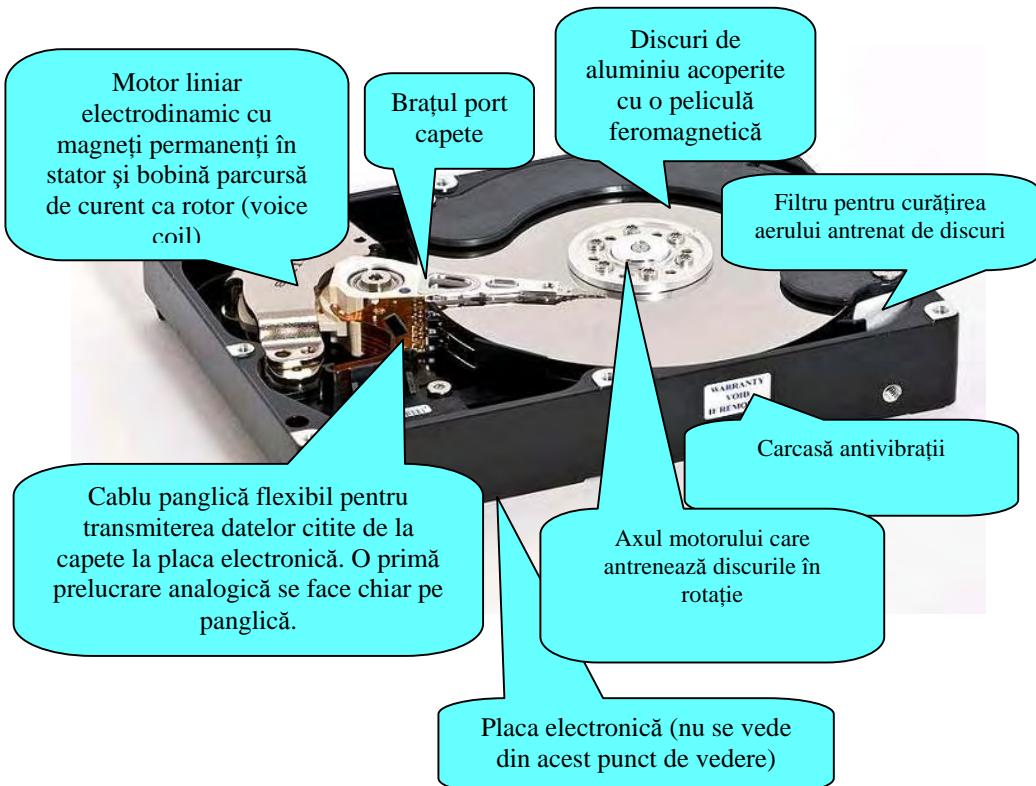


Figura 3.2. Componentele importante din structura unui hard disc

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 când 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 acțiunările 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.

5. 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 3.3:

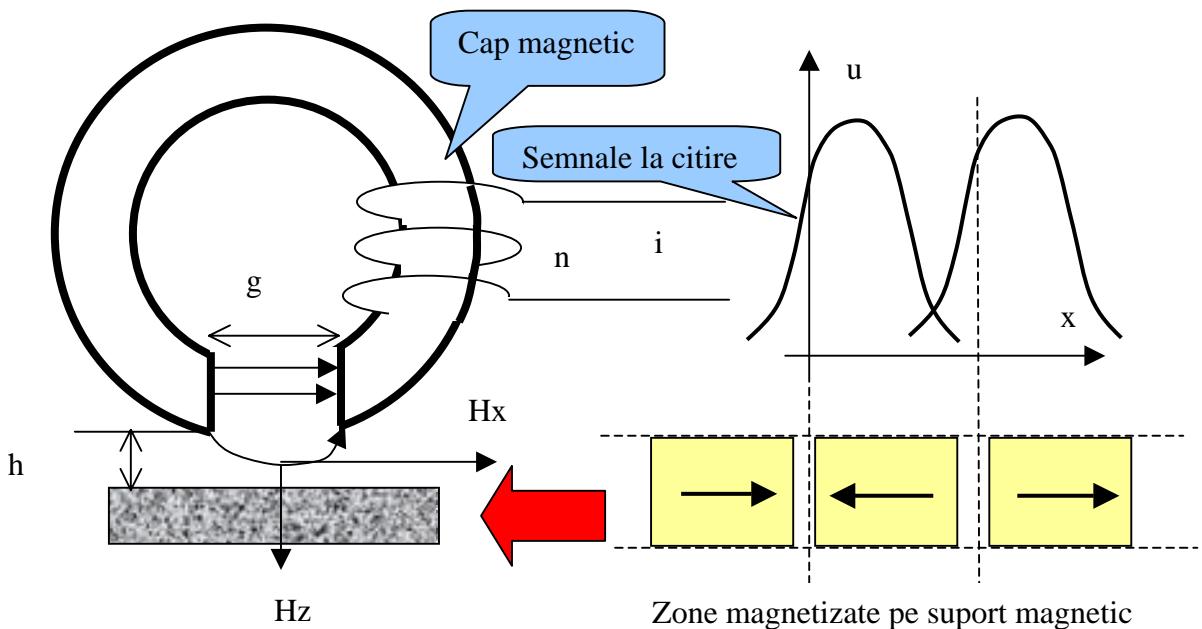


Figura 3.3. Prințipul scrierii și citirii magnetice

Capul de scriere citire este un inel cu un întrefier și o înfășurare cu n spire străbătută de curentul i care creează un flux magnetic în vecinătatea spațiului interolar 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.

La hard discuri capetele de citire / scriere capetele nu sunt în contact cu suprafața discurilor care conține informația, atunci când discurile se rotesc. La capetele plutitoare stratul de aer antrenat de discul rigid în rotație care se scurge pe profilul de plutire al capului creează o forță aerodinamică care îndepărtează capul de disc. Forța elastică a brațului capului apasă capul spre disc și astfel, în echilibru se obține o distanță constantă între disc și cap.

Capetele pot fi:

- o În contact, la viteza între 0,5-3,5m/s

- o Plutire, viteza mai mare de 3,5m/s, se asigură distanțe între cap și suport mai mari de 0,2mm.

Datele sunt aranjate în cilindri, fețe (capete de citire) și sectoare, aranjarea fiind numită CHS (Cylinder-Head-Sector), figura 3.4. Cilindrul este ansamblul pistelor cu același număr de pe toate fețele discurilor. Structura unui sector depinde de tipul și fabricantul hard discului.

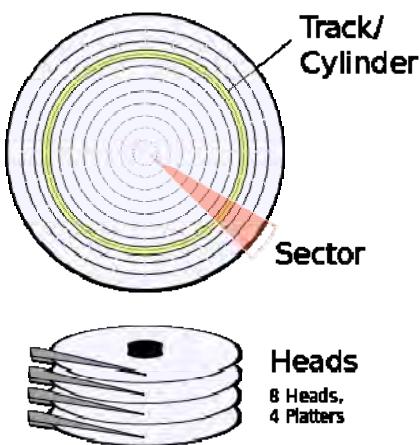


Figura 3.4. Aranjarea datelor pe hard disc în cilindri, fețe și sectoare (CHS, Cylinder-Head-Sector), sursa

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cylinder_Head_Sector.svg

Pentru protecția suprafeței magnetice a platanelor, hard discurile sunt proiectate astfel încât atunci când discurile nu se rotesc capetele sunt parcate, adică sunt blocate într-o zonă a hard discului unde nu sunt scrise date. Un exemplu de mecanism de parcare este dat în figura 3.5:



Figura 3.5 Sistem de parcare a capetelor cu o piesă care blochează capetele când discurile nu se rotesc, sursa colecția Petre Ogruțan

Interfața de cuplare a hard discurilor la un calculator este o interfață serială numită SATA. Legătura SATA este o legătură punct la punct, fiecare drive este conectat printr-un cablu serial la placa de bază. SATA a înlocuit interfața paralelă ATA (numită și PATA) (Advanced Technology Attachment).

Prima generație SATA (SATA 150) comunică cu viteza de 1,5Gbps, ceea ce înseamnă circa 1,2Gbps informație utilă, adică 150Mocteți/s, ceva mai mult decât ATA133. SATA 300 (SATA 2) asigură o viteză de 3Gbps și are compatibilitate în jos la SATA 150 în urma unei negocieri la inițializare. Acest protocol nu este implementat în toate dispozitivele gazdă, aşa încât pe unele hard discuri există un jumper pentru selecția SATA 150 sau SATA 300.

Avantajele SATA sunt:

- o Viteza de transfer ridicată
- o Posibilitatea implementării Hot Plug In
- o Posibilitatea unor porturi externe SATA (eSATA)
- o Cablul de date este mai mic deci mai ieftin și asigură o circulație mai bună a aerului în carcăsă.

Hard discurile SATA 2 conțin NCQ, metodă care permite unității să optimizeze accesul la informație, mărind astfel viteza globală. Metoda constă în memorarea unei cozi de comenzi și efectuarea comenzilor într-o astfel de ordine încât să se minimizeze distanța parcursă, figura 3.6:

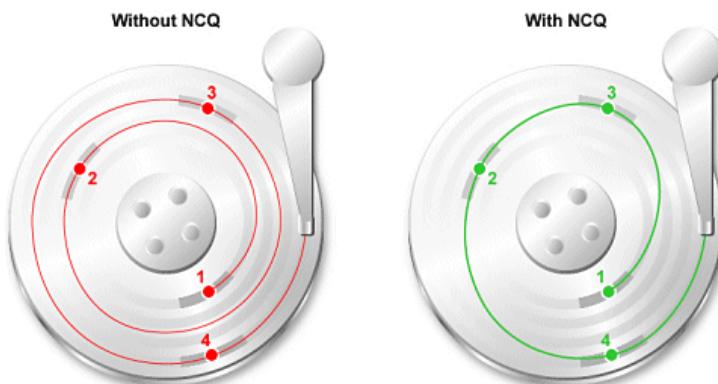


Figura 3.6. Prinzipiul NCQ, în stânga capetele se deplasează pe o traiectorie mai lungă pentru a citi datele în ordinea solicitării, iar în dreapta se deplasează cu minimizarea traiectoriei, sursa: <http://techreport.com/review/7750/seagate-barracuda-7200-7-ncq-hard-drive>

Unitatea de hard disc trebuie să aibă implementat mecanismul NCQ iar calculatorul gazdă trebuie să aibă un driver Advanced Host Controller Interface (AHCI).

Un alt exemplu de stocare magnetică a datelor este constituit de cardurile magnetice care pot fi scrise sau citite cu dispozitive speciale.

Cardul care conține o bandă magnetică pe care sunt stocate date pot fi mișcate cu mâna prin cititor, dar pot să fie acționate cu un motor, aşa cum se realizează la automatele bancare, figura 3.7:

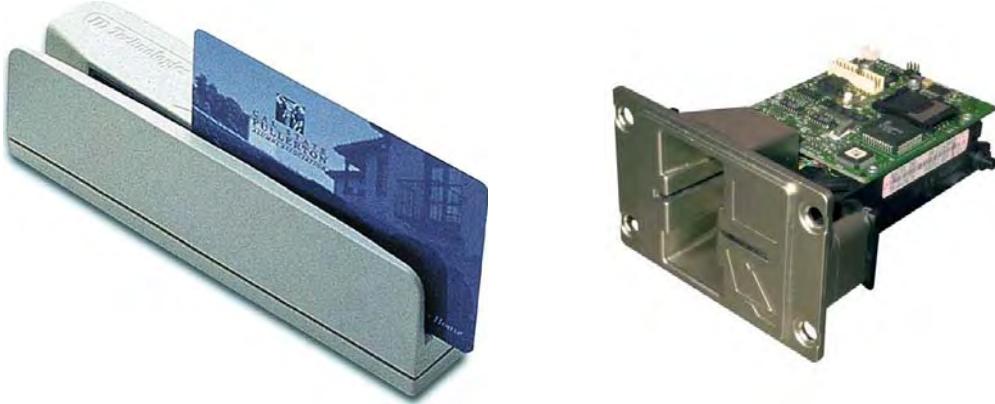


Figura 3.7. Cititor manual de carduri (stânga) și mecanism de citire a cardurilor magnetice (dreapta), sursa <http://www.indianbarcode.com/product/smart-card-solutions/magnetic-card-reader> și <http://cardposeurope.com/products/magnetic-card-readers-and-encoders/>

3.2. Stocarea datelor pe suporturi semiconductoare

SSD (Solid State Drive) este un dispozitiv de stocare nevolatilă a informației construit cu memorii semiconductoare. Pentru a putea fi utilizat în loc de HDD dimensiunile carcasei și interfața sunt standard. SSD este mai silențios și mai fiabil decât un HDD datorită faptului că nu are piese în mișcare. La nivelul anului 2012 prețul unui SSD era de circa 10 ori mai mare decât a unui HDD (pe unitatea de informație).

SSD a apărut pentru prima oară în structura modernă cu memorii flash în 1995, fiind introduse de firma M-Systems. În 1999 BitMicro anunță primul SSD de 3,5" cu capacitatea de 18G.

Unele dintre cele mai interesante realizări este seria Intel SSD DC S3700 cu următoarele prețuri: \$235 - 100 GB SSD (figura 3.8), \$470 - 200GB, \$940 - 400GB, \$1,880 - 800GB Intel oferă o garanție de 5 ani.



Figura 3.8. Unitatea SSD Intel 100GB, SATA, sursa:

https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_drive

O tendință nouă este utilizarea hard discurilor hibride (SSHD) care conțin un SSD de capacitate mică în care se instalează de regulă sistemul de operare și un hard disc clasic de capacitate mare. Accesul la SSD fiind rapid, sistemul de operare se încarcă repede și apelurile la sistem sunt și ele mai rapide.

De exemplu, un hard disc hibrid WD Dual Black conține 120GB SSD și o capacitate totală de 1,2TB. Prețul unui asemenea hard disc este circa 280\$ dar asigură o viteză de transfer comparabilă cu un SSD, prețul fiind de asemenea comparabil, dar la o capacitate mult mai mare a celui hibrid (sursa <http://www.computerworld.com/article/2486233/data-center/wd-combines-120gb-ssd-with-1tb-hdd-in-a-laptop-drive.html>)

Fotografia unui astfel de hard disc montat pe o placă de notebook este dată în figura 3.9.



Figura 3.9. Hard disc hibrid WD Dual Black, sursa
<http://www.notebookreview.com/notebookreview/western-digital-black2-dual-drive-review/>

3.3.Stocarea datelor pe suporturi optice

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

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, grurate 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 capacitați de ordinul a un terabyte în tehnologii holografice sau cu discuri din materiale speciale.

Diferențele constructive între CD, DVD și Blu-ray (figura 3.10) constau în:

1.Lungimea de undă a luminii emise de dioda Laser care dă dimensiunea punctului luminos: 780nm la CD, 650nm la DVD și 405nm la Blu-ray.

2.Dimensiunea punctului are ca și rezultat dimensiunea diferită a pistei: 1,6mm la CD, 0,74 mm la DVD și 0,32 mm la Blu-ray.

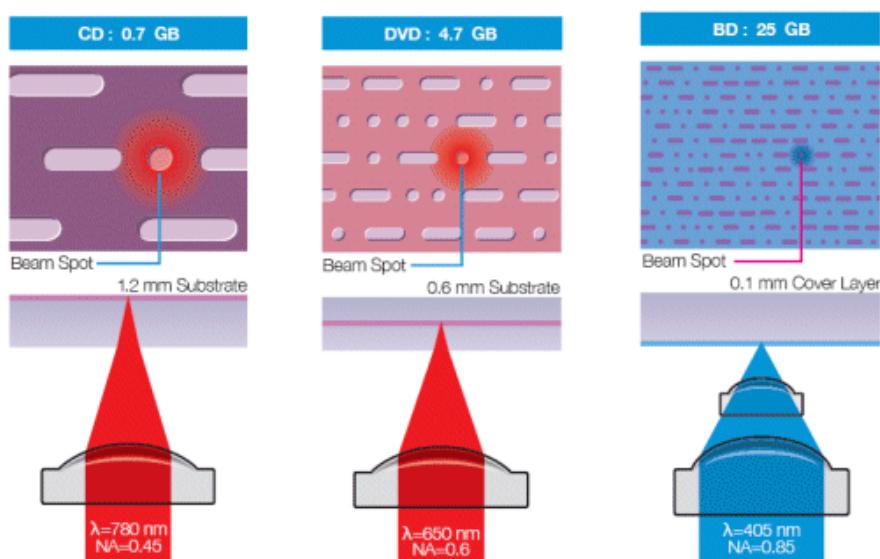


Figura 3.10. CD, DVD, Blu-ray, sursa <http://www.blu-raydisc.com/en/aboutblu-ray/whatisblu-raydisc/bdvs.dvd.aspx>

La Blu-ray focalizarea este mai apropiată de suprafața discului aşa încât discul este mai suscepțibil la zgârieturi. Numele Blu-ray vine de la culoarea albastră a diodei Laser de emisie.

Suportul optic este format dintr-un substrat transparent care protejează stratul care conține informația, figura 3.11. Informația este codificată prin adâncituri (ridicături) aranjate sub forma unei piste spirale. Ridicăturile au dimensiunea de $\lambda/4$ 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.

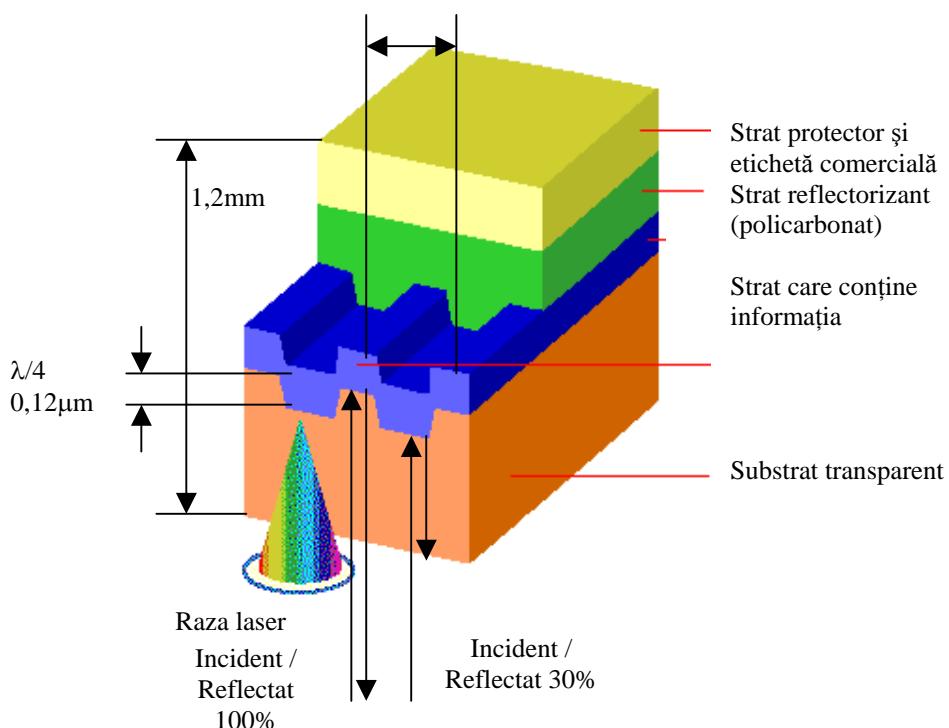


Figura 3.11. Principiul citirii optice

Datele sunt aranjate bit după bit pe o pistă spirală. Capul optic de citire și scriere urmărește pistă螺旋ă. Un motor rotește discul optic și un alt motor acționează capetele, figura 3.12. Acționarea capului optic de citire scriere se realizează în două etape și este realizată cu motoare de curent continuu comandate electronic. Un motor de curent continuu aduce capul în zona probabilă a datelor prin transmiterea mișcării cu șurub fără sfârșit, figura 3.13. Poziționarea precisă se realizează cu lentila de poziționare care asigură focalizarea prin mișcarea pe verticală și poziționarea precisă prin mișcarea pe orizontală.



Figura 3.12. Aranjarea spirală a datelor pe disc (stânga), sursa <http://www.hkadesigns.co.uk/websites/msc/foun/index.htm> și un cap de scriere / citire (dreapta)

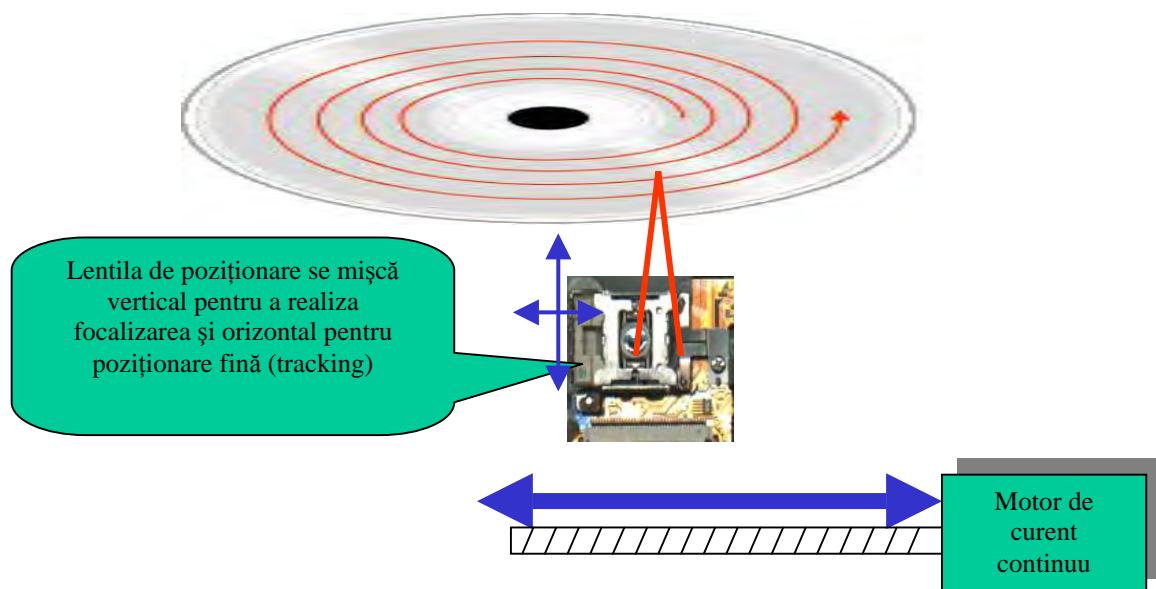


Figura 3.13. Sistemul de poziționare a capului optic în două faze

Schema bloc simplificată din figura anteroară poate fi înțeleasă mai ușor privind imaginea unei unități optice dezasamblate. Principalele componente ale unei unități optice sunt arătate în figura 3.14:

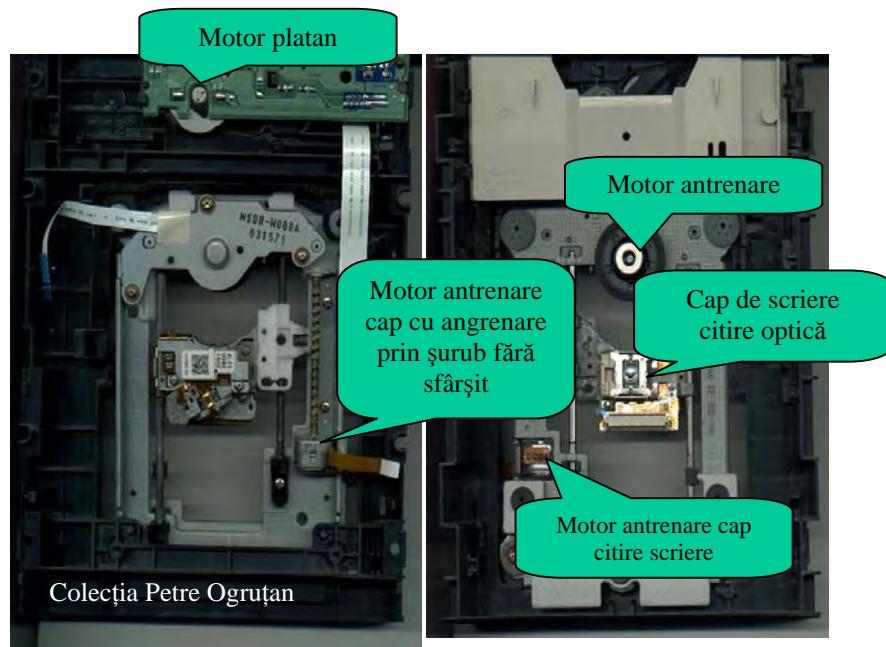


Figura 3.14. Principalele componente ale unității optice

Sistemul optic de citire are schema bloc din figura 3.15:

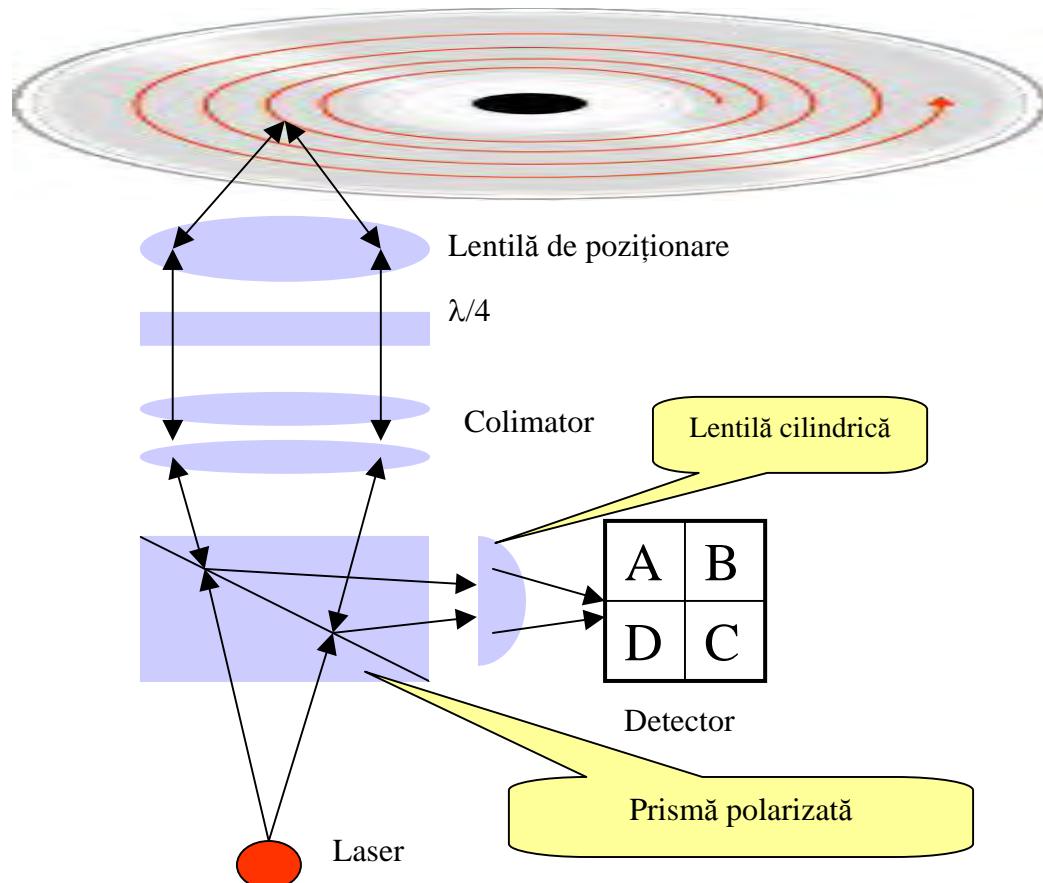


Figura 3.15. Schema bloc a sistemului de citire

Dioda laser este o diodă semiconductoare cu injecție care produce un fascicol de culoare și lungime de undă diferite la CD, DVD și Blu-Ray. Colimatorul produce un fascicol cilindric din cel divergent iar lentila 1/4 produce polarizarea luminii. Lentila de poziționare este mobilă și asigură prin mișcare focalizarea corectă și poziționarea fină.

După reflexia pe suportul optic lumina parurge același drum la întoarcere, dar prisma polarizată produce reflexia luminii polarizate înspre detector. Lentila cilindrică modifică formă fascicoului cilindric în unul eliptic. Numai pentru o anumită dimensiune a fascicoului spotul pe detector este rotund.

Semnalul de comandă a focalizării se formează pe baza imaginii de pe detector, figura 3.16:

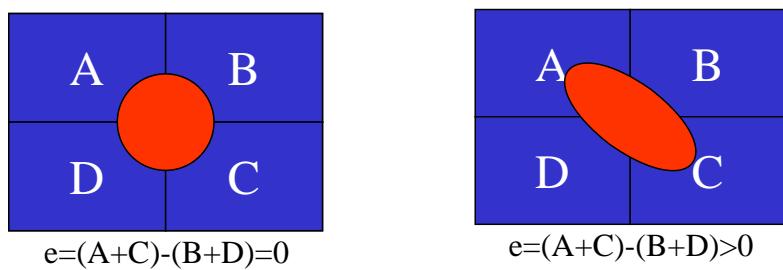


Figura 3.16. Formarea semnalului de eroare a focalizării

e- semnalul de eroare a focalizării și depinde de forma spotului de lumină fiind este zero pentru un spot circular. Semnalul de eroare care acționează lentila de poziționare pentru apropierea și îndepărțarea de disc în scopul reglării focalizării este preluat de la detector: $e=(A+C)-(B+D)$

Semnalul de eroare acționează una dintre înfășurările motorului electrodinamic al lentilei de poziționare. Lentila de focalizare este prinsă pe 2 înfășurări perpendiculare situate în câmpul magnetic al unui magnet permanent, figura 3.17.

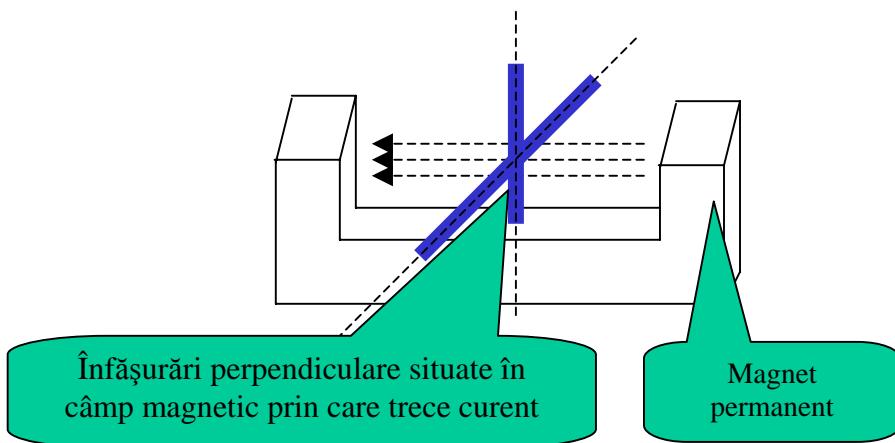
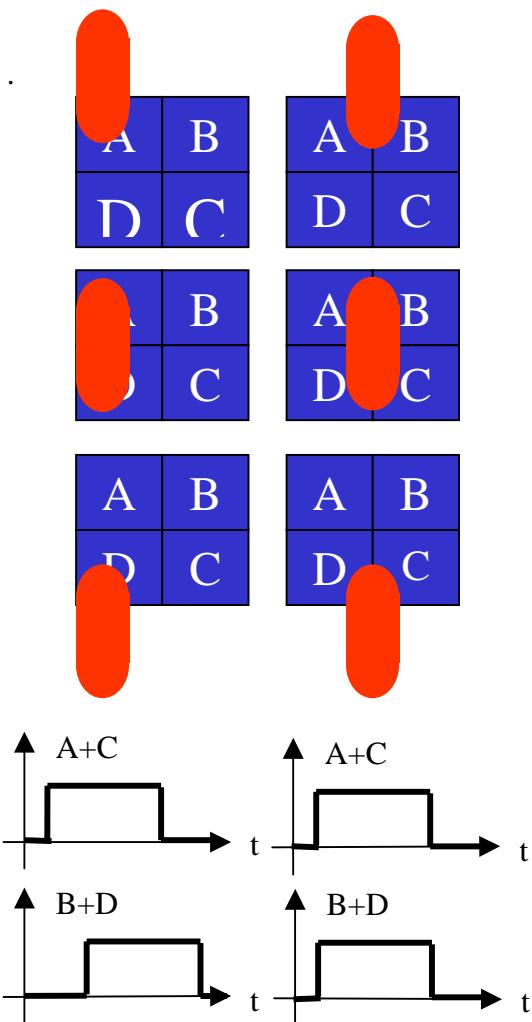


Figura 3.17. Principiul mișcării lentilei de poziționare

Curentul care trece printr-o înfășurare în câmp magnetic creează o forță electrodinamică care mișcă lentila. Lentila fiind așezată pe 2 înfășurări perpendiculare, ea poate fi comandată pe 2 direcții, de reglare a focalizării (prin apropierea sau îndepărțarea de discul optic) sau de reglare a poziției fine (tracking) prin mișcarea pe raza discului optic.

În figura 3.18 este prezentat principiul reglării fine a poziției pe baza imaginii de pe detector.



Pentru reglarea poziționării se exploatează diferența de fază la citire între zonele detectorului. Defazajul este analizat și constituie semnal de intrare pentru reglarea poziției.

În dreapta se vede că spotul luminos este la mijlocul detectorului, ceea ce înseamnă că este exact pe pista de date. În acest caz defazajul între $A+C$ și $B+D$ este zero. În stânga spotul nu este pe pistă și diferența de defazaj va genera semnalul de eroare pentru reglarea poziției.

Reglarea poziției pe pistă se face în 2 faze:
1.Se aduce capul de citire scriere în poziția aproximativă a datelor cu motorul de curent continuu de acționare.

2.Se corectează prin tracking până se obține poziția exactă și se citesc / scriu date;

3.Pista cu date este spirală, iar capul, urmărind datele se îndepărtează de mijlocul pistei, așa că procesul de urmărire este unul dinamic.

Figura 3.18. Principiul reglării fine a poziției

Pentru a mări cantitatea de informație stocată pe un suport optic a fost realizat sistemul de stocare pe 2 nivele (dual layer), figura 3.19.

Raza laser este focalizată pe unul sau celălalt dintre nivele, separarea dintre nivele fiind realizată cu un strat semitransparent și un spațiu de separare. Schimbarea focalizării de la un nivel la altul este realizată prin comanda lentilei de poziționare și

durează un timp de ordinul secundelor, ceea ce face ca găsirea informației la unitățile dual layer să fie mai lentă. Prin această metodă de stocare capacitatea unui disc optic poate fi dublată.

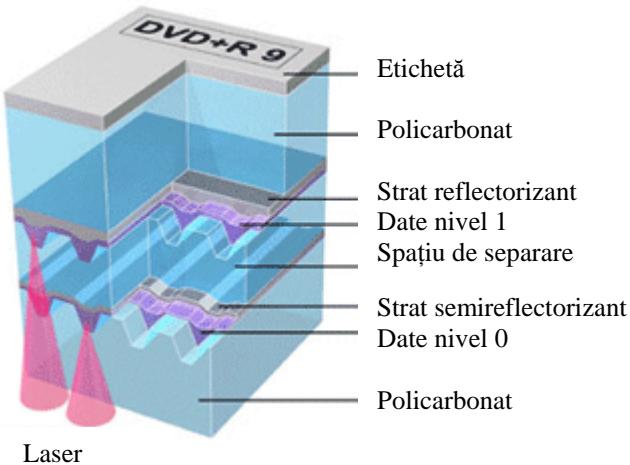


Figura 3.19. Principiul stocării dual layer, sursa
<http://www.pcstats.com/articleview.cfm?articleID=2464>

Pentru scrierea pe suporturi optice se utilizează 2 metode:

1. Stratul reflexiv se acoperă cu vopsea transparentă termosensibilă care, încălzită de raza laser devine întunecată, și astfel nu mai reflectă la citire
2. Stratul reflexiv se acoperă cu substanțe care își pot schimba starea din amorfă în cristalină și invers la încălzire. Metoda este aplicată și la mediile optice care pot fi rescrise. Se consideră că citirea prin discurilor scrise cu această metodă este mai dificilă, diferența între reflexii fiind mai mică.

Unitățile au o parte electronică numită OPC Optimum Power Calibration care determină puterea optimă emisivă a diodei laser.

O caracteristică foarte importantă la mediile optice este durata de viață. Aceasta este foarte importantă pentru situațiile în care informații importante se stochează optic pentru un timp îndelungat, în firme unde există obligativitatea păstrării unor informații pe perioadă nelimitată sau chiar fotografii și documente de familie. Datele de catalog ale mediilor optice arată că durata de viață este de mai multe zeci de ani. Unele studii arată însă că media de viață este de aproximativ 10 ani.

Modul de depozitare al discurilor este foarte important, praful care zgârie suprafața discurilor fiind o cauză pentru erorile de citire. De asemenea mișcarea discurilor produce zgârierea, așa că discurile dintr-o mașină au o durată de viață medie de ordinul a 3 sau 4 ani. O cauză des întâlnită de distrugere a discului este faptul că discul nu este perfect echilibrat. Vibrația discului la citire poate produce zgârierea lui sau chiar spargerea. Vopseaua termosensibilă care acoperă stratul reflexiv este

sensibilă la razele UV, de aceea expunerea la soare micșorează durata de viață. Astfel un disc se distrugе după câteva săptămâni de expunere directă la soare.

3.4. Concluzii

Din acest capitol se poate vedea că stocarea datelor pe suporturi magnetice și optice sunt asemănătoare, ceea ce dovedește o frumoasă unitate a teoriei aplicate. Imagini sugestive ale zonelor înregistrate sunt date în figura 3.20 la un hard disc și în figura 3.21 la un CD.

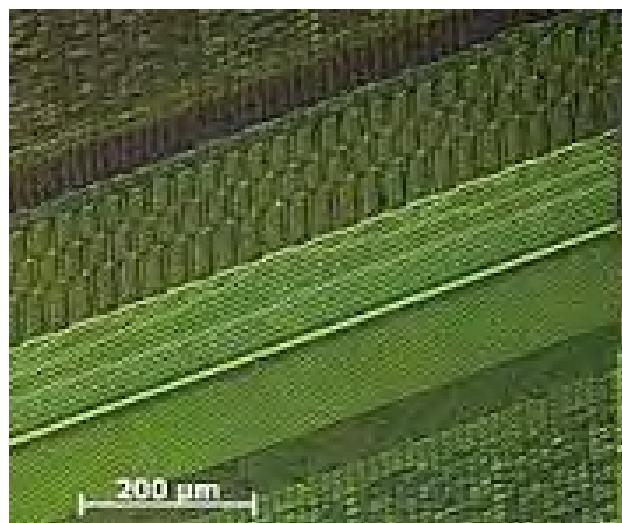


Figura 3.20. Imagine a datelor scrise pe un hard disc, sursa:
http://en.wikipedia.org/wiki/Hard_disk_drive

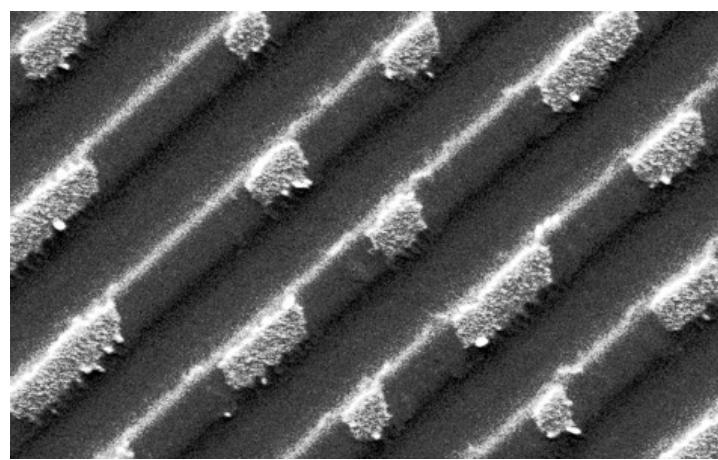


Figura 3.21. Imagine a datelor scrise pe un CD cu polimeri care reflectă lumina, imagine mărită de 10000 de ori, sursa: <http://www.polymersolutions.com/psi-newsletter-archive/november-psi>

Un exemplu de viziune unitară aplicată la diversele metode de stocare apare în tabelul din figura 3.22:

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 3.22. Tabel comparativ al limitelor principiilor de stocare (sursa <https://www.usenix.org/legacy/event/fast10/tutorials/T2.pdf>)

Analiza comparativă arată unitatea modurilor de stocare a informației. Principiile de stocare cu semiconductori, optice și magnetice pot fi comparate prin densitate și preț. În tabel sunt prezentate date pentru 3 principii de stocare semiconductoare (DRAM, NAND pe 1 bit și pe 2 biți), pentru hard discuri și unități optice Blu-Ray. Se poate remarcă că densitatea cea mai mare de stocare la ora actuală este realizată la unitățile de hard disc și cea mai mică la Blu-Ray. (Sursa R. Freitas, L. Chiu, Solid-State Storage: Technology, Design and Applications, IBM Almaden Research Center, 2010, <http://static.usenix.org/legacy/event/fast10/tutorials/T2.pdf>)

Tendința actuală este răspândirea din ce în ce mai mare a unităților semiconductoare de stocare (hard discuri SSD, hard discuri hibride și memorii FLASH pe stick-uri). Unitățile optice sunt din ce în ce mai puțin utilizate.

Mai multe detalii despre noțiunile parcurse în capitolul 3 pot fi găsite în [15.Bibliografie](#), [20, 21, 22].

4.Rețele de calculatoare

4.1.Codificarea datelor seriale

Primul pas în transmiterea datelor digitale pe o linie de transmisie este asocierea fiecărui bit cu variația unui semnal electric printr-un proces de codare.

Cea mai simplă și naturală codare este **Codarea NRZ (Non Return to Zero)** în care fiecare valoare logică se codează cu un nivel de tensiune.

Regula de codare este:

1. Zero se codifică cu 0V;
2. Unu se codifică cu +5V.

În figura 4.1 16 biți într-o succesiune aleasă la întâmplare au fost codificați cu 7 tranziții (2,28 biți/tranziție). Dacă apare un sir de 0-uri sau 1-uri semnalul electric nu are variații. Intervalul de timp în care se codează un bit se numește celulă bit (interval cu roșu).

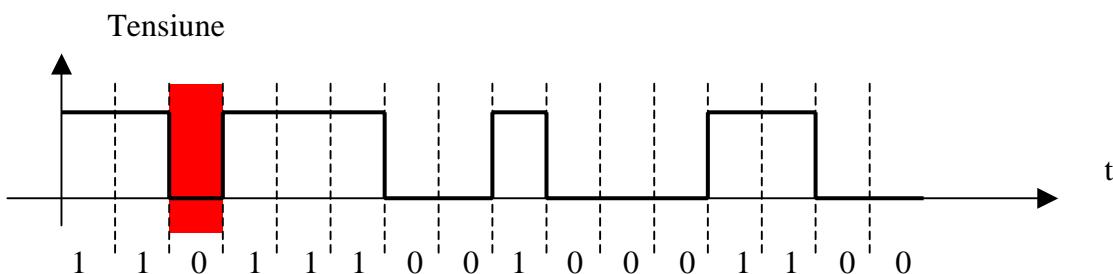


Figura 4.1 Codarea NRZ

Codarea Manchester a fost realizată prima oară la Universitatea din Manchester cu ocazia construirii calculatorului Baby în 1948.

Regula de codare este:

1. Zero se codifică cu un front descrescător;
2. Unu se codifică cu un front crescător.

În figura 4.2. 8 biți într-o succesiune aleasă la întâmplare au fost codificați 8 biți cu 12 tranziții (0,66 biți pe tranziție). Dacă apare un sir de 0-uri sau 1-uri semnalul electric are variații. Codarea Manchester se folosește la rețeaua Ethernet.

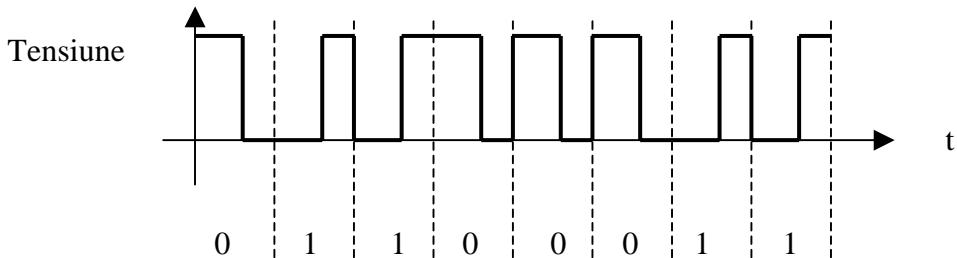


Figura 4.2. Codarea Manchester

O codare este asigură o viteză de transfer mai mare cu cât se pot trimite cât mai mulți biți cu cât mai puține tranziții. Deci la codul NRZ au fost codificați în medie 2,28 biți cu o tranziție, iar la codul Manchester eficiența a fost mult redusă, doar 0,66 biți cu o tranziție. Concluzia este că NRZ este mai eficient, dar NRZ are un dezavantaj, anume că nu este autosincronizabil, adică tactul la receptor nu se poate refa din datele transmise. Acest lucru se datorează faptului că la NRZ pot exista secvențe lungi de biți de 1 sau 0 transmiși pentru care nu există tranziții pe linia de transmisie. Acest dezavantaj a fost determinant pentru ca rețeaua Ethernet să utilizeze codarea Manchester.

4.2.Istoric, topologie și mediul de transmisie

Ethernet este denumirea unei familii de tehnologii de rețele de calculatoare bazată pe transmisia cadrelor și utilizată la implementarea rețelelor locale LAN. Numele provine de la cuvântul englez *ether* (tradus: eter), despre care multă vreme s-a crezut că este mediul în care acționau și comunicau zeitățile. Ethernet-ul se definește printr-un set de standarde pentru cablare și semnalizare electrică aparținând primelor două niveluri din modelul OSI - nivelul fizic și legătură de date.

Ethernet-ul este standardizat de IEEE în seria de standarde IEEE 802.3. Aceste standarde permit transmisia datelor prin mai multe medii fizice, cum ar fi:

- cabluri coaxiale, folosite în primele rețele Ethernet, în topologie bus;
- cabluri torsadate, pentru conectarea sistemelor individuale la rețea, în topologie stea;
- cabluri de fibră optică, pentru viteză și debit mare de date.

Istoricul Ethernet începe în 1973 la Centrul de Cercetări de la Palo Alto al corporației Xerox PARC, când Robert Metcalfe a proiectat și testat prima rețea. El a dezvoltat metode fizice de cablare ce conectau dispozitive pe Ethernet și standarde de comunicație pe cablu. Inițial, comunicația se desfășura la viteza de cca. 3 Mbps, pe un singur cablu, partajat de toate dispozitivele din rețea. Acest lucru a permis extinderea rețelei fără a necesita modificări asupra dispozitivelor existente în rețea.

În 1979 Digital Equipment Corporation (DEC) și Intel s-au asociat cu Xerox pentru standardizarea sistemului. Prima specificație a celor trei companii, denumită *Ethernet Blue Book*, a fost lansată în 1980, cunoscută sub denumirea *DIX standard*. Era un sistem pe 10 Mbit/s ce utiliza cablu coaxial gros ca backbone în interiorul unei clădiri, cu cabluri coaxiale subțiri legate la intervale de 2.5 m pentru a conecta stațiile de lucru.

IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) a lansat în 1983 standardul oficial *Ethernet* denumit IEEE 802.3 după numele grupului de lucru care a răspuns de dezvoltarea sa. În 1985 a lansat versiunea 2 (IEEE 802.3a) cunoscută sub denumirea *Thin Ethernet* sau *10Base2*, în acest caz lungimea maximă a cablului este 185 m.

Structura unei rețele locale mici este dată în figura 4.3. Topologia (structura) este în stea, ceea ce prezintă avantajul că întreruperea unui fir nu întrerupe rețea, dar și dezavantajul unui consum mai mare de cablu față de topologia bus. Tot în aceeași figură sunt prezentate în partea de jos un conector RJ45 (stânga), cablu UTP (Unshielded Twisted Pair) (mijloc) și STP (Shielded Twisted Pair) (dreapta).

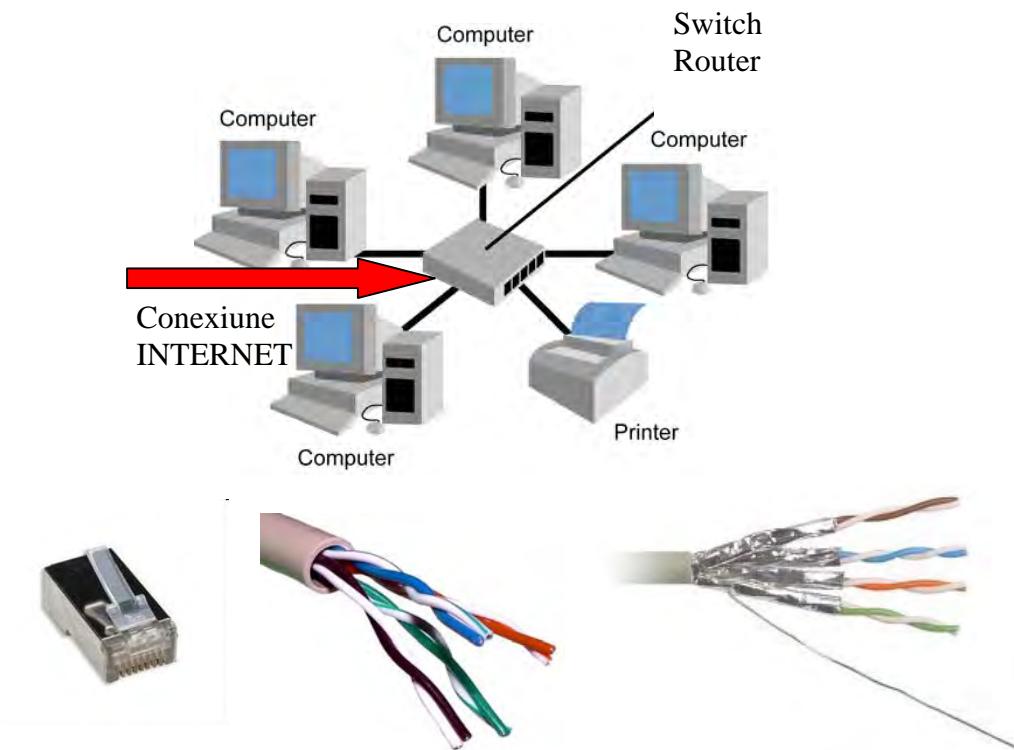


Figura 4.3. Structura unei rețele locale Ethernet, conector și cabluri pentru transmisie,
sursa http://www.okidensen.co.jp/en/news/lan_cable.html

În figura 4.4 este reprezentat un cablu optic, conectori și structura internă.

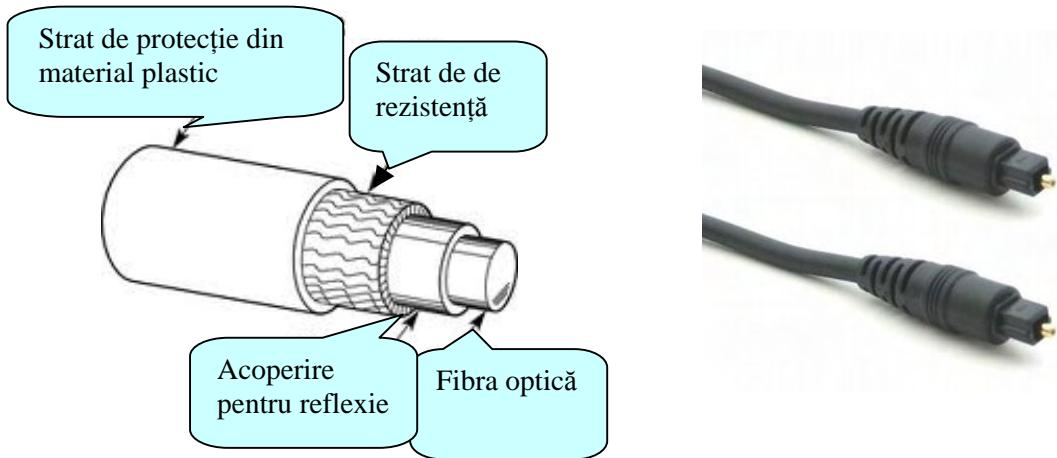


Figura 4.4. Cablu optic, sursa <http://www.cablemagic.com.au/audio-visual-cable/toslink-optical-cable-best-cable-for-surround-sound.html>

Adresa IP (Internet Protocol) este o adresă numerică alocată fiecărui calculator conectat în Internet. Adresa IP permite identificarea expeditorului și destinației unui mesaj. Prima versiune apărută care este folosită și astăzi este **IPv4** în care adresa este pe 32 de biți. Reprezentarea canonica a IP-ului IPv4 este pe grupe de 8 biți, în zecimal, separate de punct, de exemplu: 192.168.0.1. Creșterea numărului de calculatoare cuplate în Internet a făcut ca IP-urile în această versiune să fie insuficiente și astfel a apărut **IPv6**, pe 128 biți. Autoritatea internațională **Internet Assigned Numbers Authority** (IANA) distribuie adresele IP la 5 autorități regionale care apoi le distribuie la ISP (Internet Service Provider)

4.3.Organizarea rețelei

O schemă bloc a conexiunii prin rețea Ethernet locală a calculatoarelor este dată în figura 4.5. Fiecare calculator trimite date serial pe Tx și recepționează date pe Rx. Două perechi de fire sunt libere pentru conectarea unei linii telefonice. Cadrul (șirul) de date seriale conține adresa IP a sursei și a destinației. În centrul rețelei se poate afla un Switch care analizează adresa destinatarului și trimite datele doar la destinatar sau un Router care, în plus față de switch, stabilește automat adrese IP pentru fiecare calculator cuplat și permite conexiunea la Internet (figura 4.6).

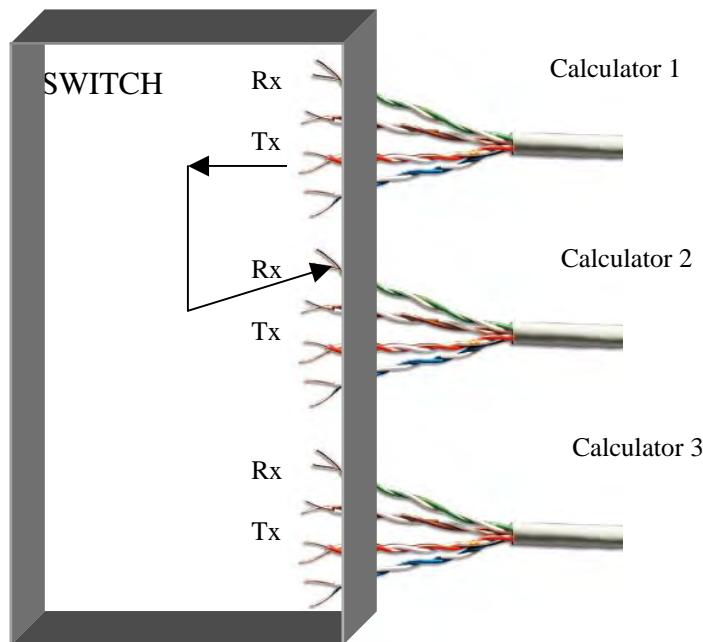
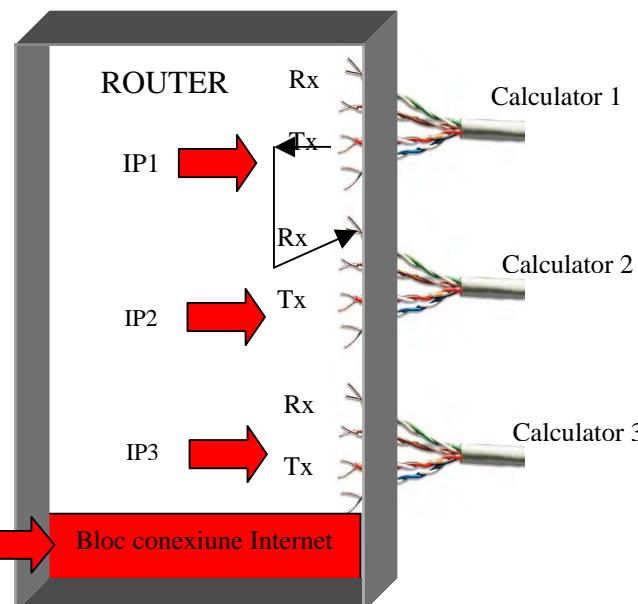


Figura 4.5. Schema bloc a conexiunii prin rețea Ethernet locală a calculatoarelor cu Switch



După tipul conexiunii la Internet router-ele pot fi:

- Cuplate prin UTP
- Cuplate prin linia telefonică
- Cuplate optic

Figura 4.6. Schema bloc a conexiunii prin rețea Ethernet locală a calculatoarelor cu Router

Sunt posibile configurații mixte, în care există un Router care asigură acordarea de adrese IP și accesul la Internet, urmat de un Switch care permite cuplarea unui număr mai mare de calculatoare în rețea.

Dacă 2 sau mai multe calculatoare transmit date în exact același moment se produce o coliziune, figura 4.7. Coliziunea este detectată de ambele calculatoare care au produs-o pentru că ambele urmăresc linia Tx. Linia Tx este comună, deci dacă un calculator pune logic 1 și unul logic 0 linia va fi în 0. Când s-a detectat o coliziune ambele calculatoare încetează transmisia și o reîncep după trecerea unui interval de timp generat aleator (la întâmplare).

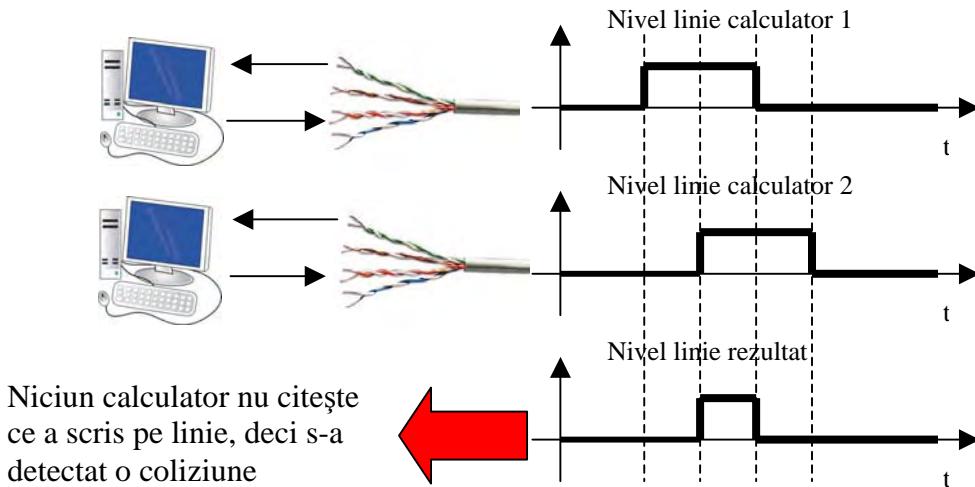


Figura 4.7. Coliziunea

4.4. Configurarea rețelei

Să presupunem că un grup de calculatoare independente trebuie să fie legate într-o rețea pentru a lucra cu un program aflat pe unul dintre ele, pentru a face schimb de date sau pentru a fi conectate la Internet. Conectarea lor într-o rețea se poate face simplu, cu un minim de cunoștințe. Cea mai simplă conectare este într-un grup de lucru (workgroup). Din punct de vedere hardware toate calculatoarele se conectează la un punct central al rețelei, de regulă la un router. Cablurile de conectare pot fi cumpărate (UTP Categoria 5 pentru o rețea cu viteza 10/100Mbps) sau pot fi confectionate prin sertizarea cu un clește special a mufelor RJ45 pe tronsoane de cablu tăiate la dimensiunea dorită.

Este de dorit ca toate calculatoarele care se conectează în rețea să aibă același sistem de operare, altfel conectarea lor va fi mai dificilă sau în unele cazuri chiar imposibilă. În acest capitol exemplele de configurare vor fi date pentru sistemul de operare Windows 7 dar principiile sunt valabile și pentru Windows 8. Din punct de vedere software, calculatoarele trebuie configurate astfel încât să fie validată descoperirea calculatoarelor din rețea și pentru a valida punerea în comun a datelor (sharing). Succesiunea de comenzi necesară este Control Panel > Network and Internet > Choose Homegroup and sharing options (figura 4.8):

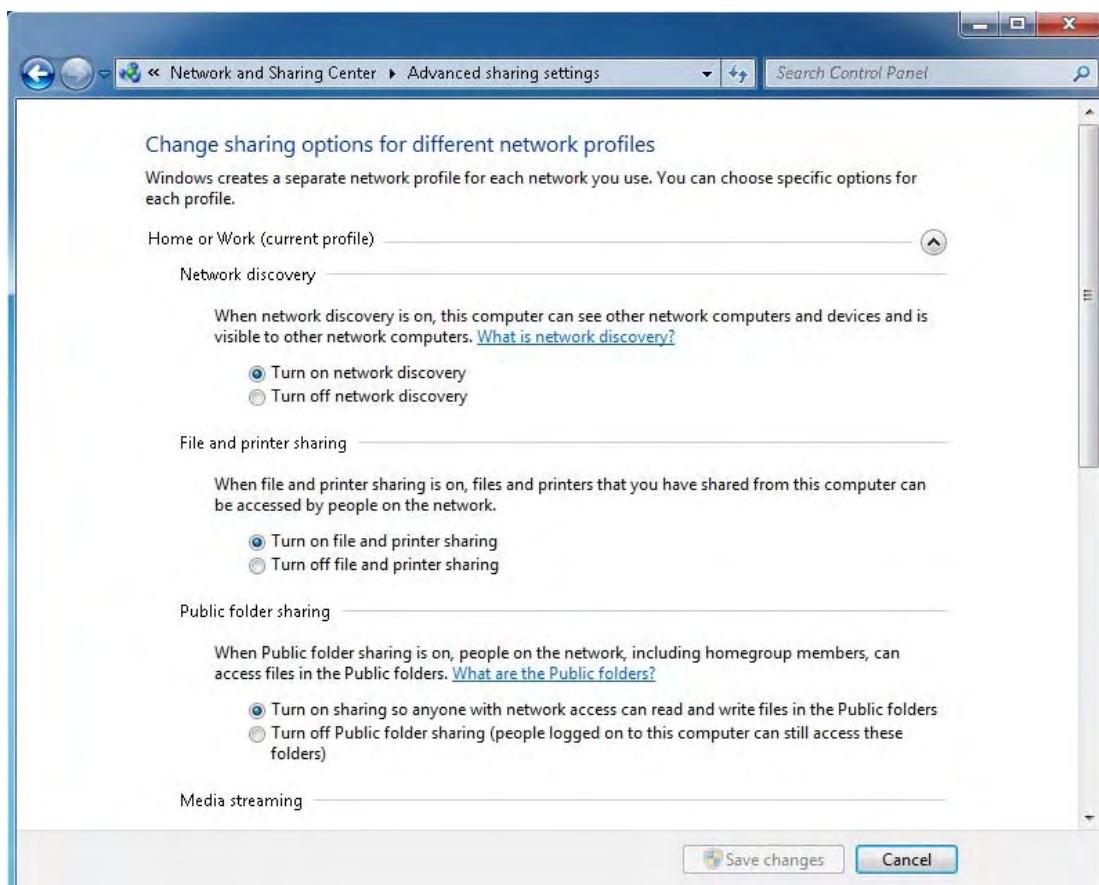


Figura 4.8. Validarea descoperirii și punerea în comun a datelor

Se configurează Turn on network discovery, Turn on file and printer sharing și se alege dacă pentru a putea pune în comun datele trebuie sau nu ca sistemul care se configurează să aibă parolă.

Pentru ca să poată lucra împreună toate calculatoarele trebuie să fie în același grup de lucru. Verificarea denumirii grupului de lucru și eventual modificarea numelui se poate face prin următoarea succesiune de comenzi: Start > Control Panel > System and security > System > Computer name, domain and workgroup settings > Change Settings, figura 4.9.

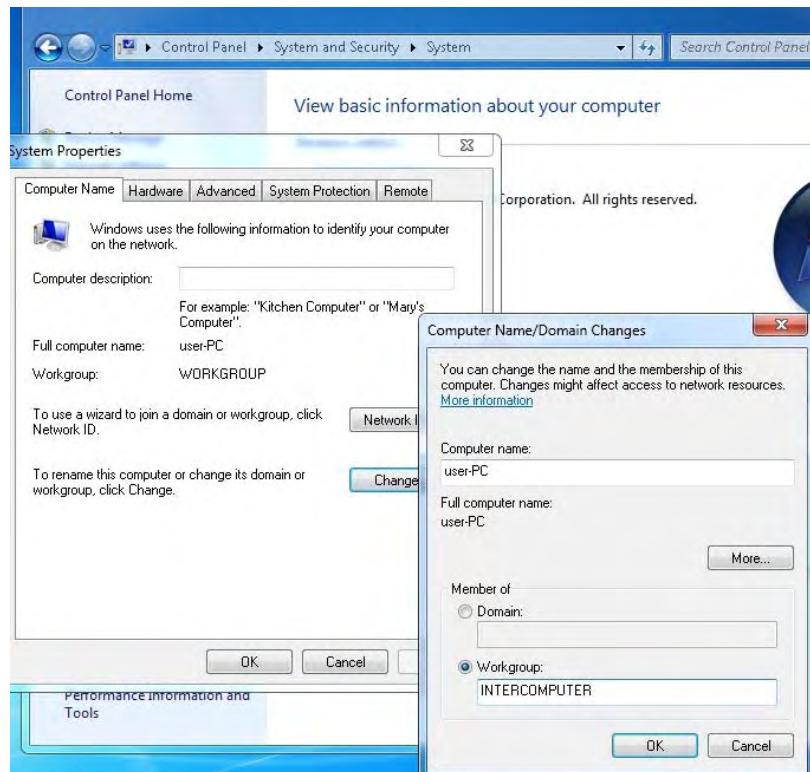


Figura 4.9. Modificarea numelui grupului de lucru

Dacă sistemele de calcul sunt în același grup de lucru, resursele pot fi puse în comun. Astfel, se poate instala o imprimantă cuplată direct în rețea sau o imprimantă cuplată la un calculator conectat în rețea. Succesiunea de comenzi este Start > Devices and Printers > Add a printer. Căutarea automată a imprimantelor dă de exemplu următorul rezultat, figura 4.10:

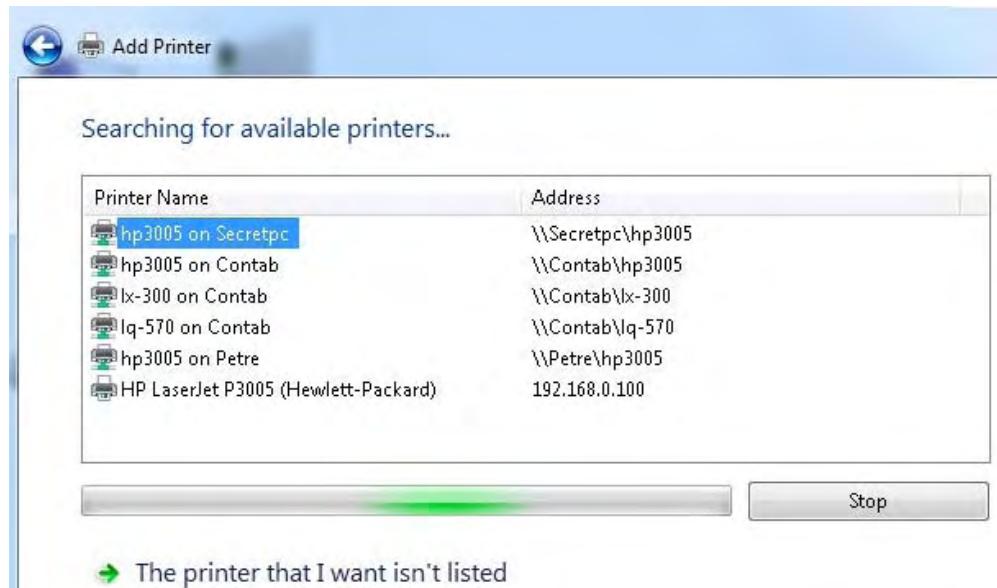


Figura 4.10. Rezultatul căutării automate a imprimantelor din rețea

Un fișier sau un subdirector (folder) poate fi definit ca accesibil în rețea prin setarea proprietăților legate de sharing (activare cu click dreapta pe numele fișierului sau folder-ului), de exemplu ca în figura 4.11:

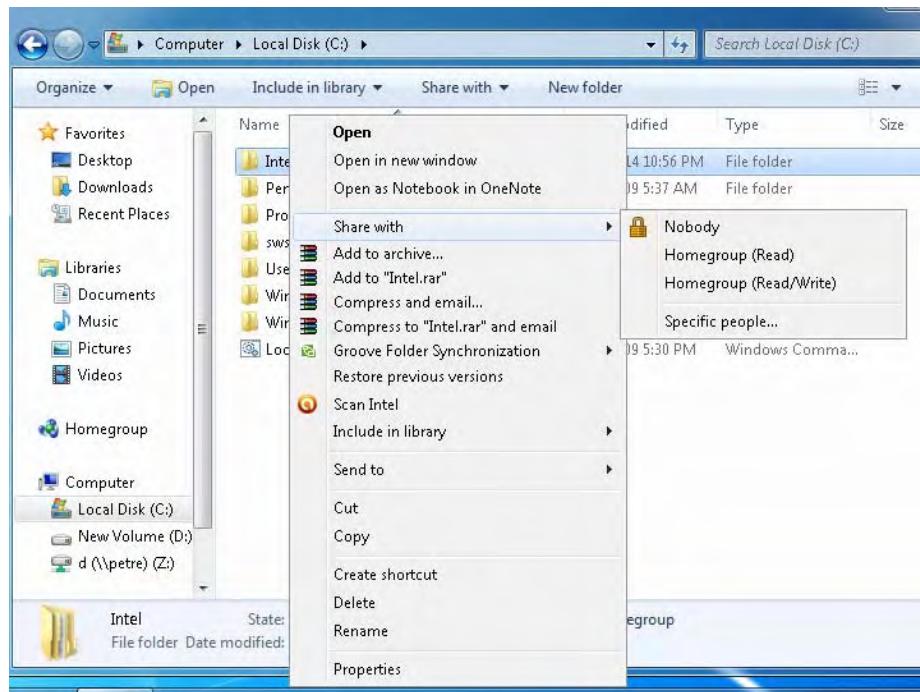


Figura 4.11. Definirea unui subdirector ca accesibil

Desigur că o configurație și o administrare a unei rețele este mult mai complicață decât ce a fost prezentat aici, dar scopul prezentării este să convingă cititorul că orice se poate face, cu atitudine și cunoștințe potrivite.

4.5. Conectarea rețelei de calculatoare la Internet și programarea unui router

De multe ori scopul principal al unei rețele mici (o rețea de acasă de exemplu) este să folosească în comun Internetul.

În prezent în Brașov există mai multe variante de cuplare la un ISP (Internet Service Provider):

- o Prin cablu UTP la un router principal (RCD RDS)
- o Prin linia telefonică (Telekom)
- o Prin cablu optic (RCD RDS, Telekom etc.)

Ca să se poată conecta cu același abonament Internet mai multe calculatoare cuplate în rețea este nevoie de un router. La un Router se pot conecta:

- o Calculatoare fixe sau mobile, conectate prin fir sau fără fir (engl. wireless);
- o Unități de stocare (hard discuri externe) cu interfață Ethernet, accesibile de la toate calculatoarele ca resursă comună a rețelei;
- o Imprimante de rețea conectate prin fir sau fără fir;

- o Switch-uri sau Router-e care extind numărul de echipamente care se pot cupla.
De regulă un Router comun are 4 porturi UTP.

ISP (Internet Service Provider) atribuie o adresă IP router-ului care poate fi fixă sau dinamică. Aceasta este adresa IP la care se vede rețeaua locală din Internet. Router-ul atribuie adrese IP calculatoarelor fixe și calculatoarelor portabile.

După conectarea fizică a unui router la Internet și a unui calculator la router este nevoie de o programare minimală a router-ului. În primul rând este nevoie să se afle adresa IP a router-ului, ceea ce se poate face cel mai simplu citind documentația. Din cauza faptului că puțină lume face asta, adresa IP a router-ului și cea atribuită calculatorului se pot afla simplu cu comanda ipconfig /all. Comanda aceasta se poate rula din ecranul negru neplăcut, modul compatibil cu vechiul sistem de operare DOS. În acest mod se poate intra cu comanda cmd introdusă în bara de run (rulare program). Efectele comenții ipconfig /all sunt arătate în figura 4.12:

```

Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\petre\MyConfig>ipconfig /all

Windows IP Configuration

Host Name . . . . . : petre
Primary Dns Suffix . . . . . :
Node Type . . . . . : Unknown
IP Routing Enabled . . . . . : No
WINS Proxy Enabled . . . . . : No

Ethernet adapter Local Area Connection 0:

Connection-specific DNS Suffix . . . . . :
Description . . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Network Connect
ion
Physical Address . . . . . : 00-1B-05-5D-06-91
Dhcp Enabled . . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
IP Address . . . . . : 192.168.0.2
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : 192.168.0.1
DHCP Server . . . . . : 192.168.0.1
DNS Servers . . . . . : 192.231.237.2
          192.231.189.9
Lease Obtained . . . . . : Friday, May 04, 2012 0:25:10 AM
Lease Expires . . . . . : Monday, May 14, 2012 0:25:18 AM

```

Figura 4.12. Rezultatul comenții ipconfig /all

Adresa IP a router-ului este cea corespunzătoare Default Gateway. Această adresă introdusă într-un program de acces Internet (browser) va accesa programul intern al router-ului. În programul intern se poate intra cu nume utilizator și parolă, ale căror valori implicate sunt date în documentație. De multe ori la pornirea router-ului nu este pusă o parolă și intrarea se poate face apăsând Enter.

În primul meniu se selectează de regulă operația dorită: configurarea legăturii spre ISP, configurarea legăturii fără fir și configurații legate de rețeaua locală. Primul meniu este dat în figura 4.13 pentru un router IPTIME, dar în principiu meniurile sunt destul de asemănătoare.

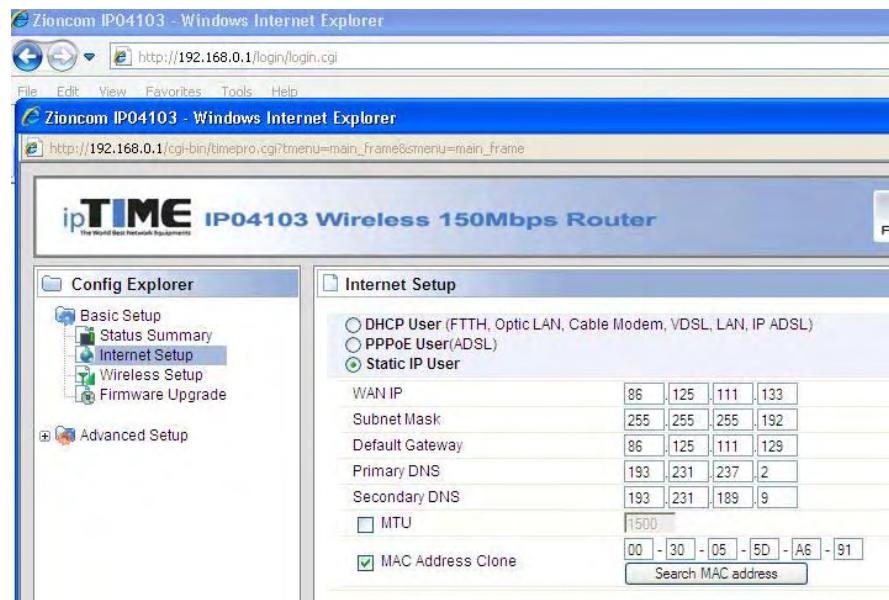


Figura 4.13. Configurarea legăturii cu ISP prin IP fix

Legătura la ISP se poate realiza prin atribuirea unui IP fix sau un IP dinamic (legătură PPPoE, Point to Point Protocol over Ethernet). Aceste detalii sunt oferite în contractul cu furnizorul de servicii Internet. În cazul legăturii PPPoE, în contract sunt specificate un nume utilizator și o parolă, cu care se configurează router-ul. În figura 4.13 configurarea este cu IP static. În figura 4.14 este dată imaginea configurării PPPoE:

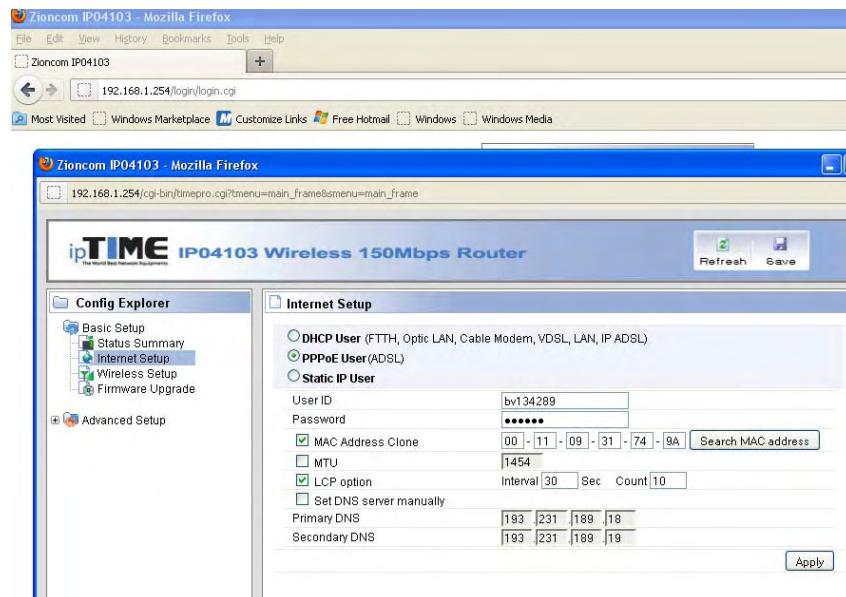


Figura 4.14. Configurarea legăturii cu ISP prin PPPoE

Urmează configurarea legăturii fără fir în meniul Wireless Setup. Se alege numele router-ului, (Service Set Identifier (SSID)), cu care acesta este identificat de calculatoarele care se conecteză în rețeaua fără fir. Se alege modul de lucru (b, g sau n), dar implicit modul de lucru este cel care asigură toate standardele de conectare. Pentru ca accesul la rețeaua fără fir să fie securizat, se poate alege un mod de acces securizat din cele acceptate de router și se stabilește o parolă. Ecranul de configurare este dat în figura 4.15:



Figura 4.15. Configurarea conectării fără fir

Accesul cu cablu torsadat UTP la rețeaua Ethernet este standardizat prin standardele 10BASE-T (10 Mbit/s), 100BASE-TX (100 Mbit/s), și 1000BASE-T (1 Gbit/s). Accesul fără fir a fost standardizat de IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) prin standardele IEEE 802.11. Prima variantă a apărut în 1983 și asigură o viteza de 1Mbps, la varianta IEEE 802.11n apărută în 2013 viteza a crescut la 150Mbps iar în 2017 se preconizează apariția IEEE 802.11 ay cu viteze de până la 100Gbps. Standardul respectat de router este trecut pe ambalaj, astfel că la cumpărare se poate aprecia viteza de acces la Internet.

4.6.Alte dispozitive IP

Camerele de supraveghere video IP sunt camere video care au alocată o adresă IP. Un sistem de supraveghere echipat cu asemenea camere poate fi accesat prin Internet de la distanță pentru a urmări și înregistra imaginile. Camerele de supraveghere cu IP pot fi conectate prin cablu sau fără fir. Arhitectura de conectare a camerelor cu IP în rețea este dată în figura 4.16:



Figura 4.16. Arhitectura de conectare a camerelor cu IP în rețea sursă

<http://survsys.info/surveillance-software/61.html>

Se vede în figură că mai multe camere sunt conectate prin fir sau fără fir la un router cu conexiune la Internet. Camerele de supraveghere analogice (cele vechi fără interfață la rețea) pot fi conectate la un calculator (Video Server) care este conectat la router. Datele înregistrate de camere sunt salvate pe un hard disc conectat în rețea (NAS Network-attached storage). Imaginile camerelor pot fi preluate prin Internet cu programe specializate atât pe calculatoare cât și pe terminale mobile (smartphone).

Telefonia IP (VoIP, Voice over IP) este procesul de transmitere a conversațiilor vocale umane prin legături de date de tip IP. Avantajul principal al VoIP față de telefonia clasică este prețul redus, datorat faptului că se utilizează rețeaua IP (Internetul) care poate fi folosită în același timp și pentru alte servicii, precum navigare web, e-mail, e-banking și multe altele. Ca și dezavantaj, de multe ori calitatea covorbirii este mai slabă decât la liniile telefonice clasice, comutate.

Dacă o persoană are calculator conectat la Internet atunci conversațiile VoIP pot fi realizate cu programe de gen Skype sau Yahoo Voice. Cu aceste programe se pot apela și numere de telefon din altă țară. Dacă persoana nu deține calculator conversațiile se pot realiza cu aparate telefonice cuplate direct la Internet. Un asemenea telefon este dat în figura 4.17:



Figura 4.17. Telefon IP, sursa https://en.wikipedia.org/wiki/VoIP_phone

Internet Protocol television (IPTV) este un sistem standardizat de transmisie a programelor TV prin Internet, dar cu hardware specific suplimentar de decodare. IPTV are următoarele posibilități:

1. Televiziune *live* cu interactivitate iTV care permite să intervii în spectacol sau emisiuni;
2. Televiziune întârziată care permite să vizionezi emisiuni care au fost difuzate anterior;
3. Video On Demand VOD care permite să alegi emisiunile dorite.

Toate aceste facilități sunt oferite contra cost. Hardware-ul de decodare poate fi integrat în televizor, cuplarea fiind posibilă direct la Internet printr-un cablu UTP sau wireless. Astfel televizorul **Sony BRAVIA KDL32EX523** (figura 4.18 stânga) are integrat un modul WiFi cu care poate fi conectat la un router wireless obișnuit. Dacă televizorul nu are suport hardware pentru IPTV atunci există dispozitive numite media TV box care se conectează la Internet și asigură semnalul video necesar televizorului (dreapta). În lucrările realizate de dr. ing. G. Nicolae sunt descrise extrem de detaliat structura și funcționarea sistemelor de televiziune digitală HD, inclusiv 3D.



Figura 4.18. Stânga televizorul Sony BRAVIA, sursa <http://www.amazon.com/Sony-BRAVIA-KDL32EX523-32-Inch-Integrated/dp/B004HYG9V4> și TV Box dreapta, sursa https://www.chinavasion.com/china/wholesale/Home_Audio_Video

Un **web server** este un dispozitiv electronic, figura 4.19 care în aproximativ 2 cm pătrați include un microcontroller, un controller Ethernet 10baseT, memorie pentru stocarea paginilor web, coprocesor pentru obiectele grafice și o interfață serială.

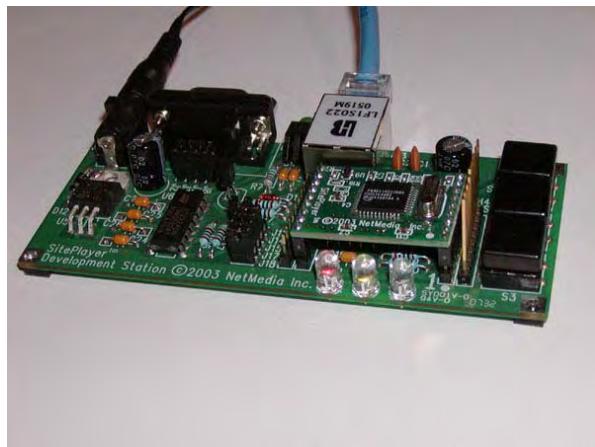


Figura 4.19. Web server Site Player, sursa <http://netmedia.com/siteplayer/>

În primul capitol al cărții s-a discutat despre microcontrollere, calculatoare într-un singur circuit. Dacă se realizează o aplicație cu microcontroller, un web server conectat cu microcontroller-ul asigură conectivitatea la Internet. De exemplu dacă de exemplu se dorește realizarea unei aplicații care supraveghează calitatea energiei electrice și este montată pe un stâlp de distribuție, conectivitatea la Internet pentru citirea datelor se poate face cu un web server. Această variantă este cea mai ieftină și mică ca dimensiuni.

Dispozitivele IP cunosc o diversificare și o dezvoltare fără precedent, în condițiile apariției conceptului de **Internet of Things (IoT)**, uneori numit și Internet of Everything). În curând într-un apartament vor fi conectate la Internet centrala termică, mașina de spălat, frigidерul, sistemul de alarmă, filtrul de cafea, televizorul, comunicațiile etc., iar toate echipamentele din toate apartamentele vor fi conectate într-o rețea care va forma un Smart City. Rețelele de alimentare cu energie electrică din toată țara vor fi conectate într-o rețea conectată la Internet care se va putea configura și reconfigura, numită Smart Grid. Mai multe detalii și aplicații ale acestui concept pot fi găsite la https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things.

Mai multe detalii despre noțiunile parcurse în capitolul 4 pot fi găsite în [15.Bibliografie](#), [20, 23, 24, 25, 49].

5.Comunicații fără fir

5.1.Introducere și istoric

Multe dintre aplicațiile actuale necesită o transmisie de date fără fir. Comunicațiile fără fir înseamnă transferul informației prin intermediul câmpului electromagnetic în gama de frecvență 9kHz-300GHz. Spectrul electromagnetic este o resursă publică și alocarea gamelor de frecvențe pentru diferite transmisii se realizează de către organisme naționale și internaționale. În spectru există benzi de frecvență pentru care trebuie licență și benzi libere, așa cum este banda ISM (Industrial, Scientific and Medical - 2,4GHz).

Accesul fără fir la Internet și în rețele pentru punerea în comun a resurselor se poate clasifica în:

- o Acces în rețele locale (Wireless Local Area Network (WLAN)), care formează o zonă de acces de dimensiunea unui apartament, a unei clădiri, a unei cafenele, a unui magazin etc., cel mai cunoscut mod de transmisie fiind standardul IEEE 802.11;
- o Acces în rețele extinse (Wide Area Network (WAN)) care formează o zonă metropolitană, națională sau internațională, accesul fiind realizat prin structura telefoniei mobile;
- o Rețele personale (Personal Area Network (PAN)), cu acces în jurul unei persoane, de exemplu un senzor de puls și un indicator și înregistrator al pulsului, căști audio etc., modurile de transmisie cele mai cunoscute fiind Bluetooth sau Zigbee;
- o Rețele de senzori (Wireless Sensor Networks (WSN / WSAN)) care înglobează senzori electronicii ieftini și cu consum redus care transformă diverse mărimi fizice în semnale electrice și le prelucrează, transmitând datele fără fir.

Primul sistem de comunicații cu protocol a fost telegraful hidraulic al lui Aeneas, construit în secolul 4 BC. Recipientul se umple cu apă, peste care se aşeză un plutitor care are fixată o tijă verticală. Pe tijă există gradații cu însemnări relevante pentru purtarea războiului (vreau cavalerie, artillerie, etc.). Dacă s-a dorit începerea unei transmisiuni, soldatul operator ridică torța. Operatorul de receptie, observând cererea, indică că este pregătit pentru receptie ridicând și el torța și rămâne foarte atent la punctul de transmisie. Operatorul de la transmisie coboară torța de semnalizare și deschide dopul de pe recipient, ceea ce facea (sincron) și cel de la receptie. Apă începea să coboare identic în ambele recipiente cu viteză egală. La nivelul superior al vasului apăreau rând pe rând inscripțiile mesaj de pe tijă. În momentul în care apărea cea dorită a fi transmisă, operatorul ridică torța, și punea dopul, figura 5.1.. La fel

făcea și cel de la receptie. În acest moment putea citi și el mesajul. Pentru alt mesaj, recipientele trebuiau reumplute. Se pare că în istorie acesta a fost primul sistem sincron.



Fig. 5.1. Telegraful hidraulic al lui Aeneas (sursa http://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_telegraph)

Istoricul transmisiilor fără fir începe cu David E. Hughes care a transmis codul Morse în 1878 cu o bobină parcursă de curent electric și a patentat invenția. În urma acestui patent s-a născut compania Western Union Telegraph. Thomas Alva Edison (1847 – 1931), un prolific inventator, care a inventat becul cu incandescență, microfonul etc. a inventat în 1888 o metodă de transmisie fără fir cu ajutorul unui magnet vibrator, invenție patentată și aplicată la căile ferate. Heinrich Rudolf Hertz (1857 – 1894) a avut realizări importante în domeniul teoriei câmpului electromagnetic. A demonstrat teoretic posibilitatea transmisiei radio dar nu a realizat experimente. Nikola Tesla (1856 – 1943) a avut realizări experimentale deosebite, cum ar fi de exemplu realizarea unui model de vapor telecomandat de la distanță de câțiva kilometri, a construit antene, sisteme de transport al energiei fără fir etc.

Actrița Hedy Lamarr, o vestită frumusețe de la Hollywood, numită de contemporani cea mai frumoasă femeie a lumii a devenit vestită în urma filmului Ecstasy, unde apărea nud, prima apariție nud în cinematografie. În cel de-al doilea război mondial rachetele și torpilele începuseră să fie ghidate prin radio, dar bruierea semnalului făcea ca ghidarea să nu reușească. Hedy Lamarr care a privit multă vreme activitatea navelor în porturi a inventat în 1942 un mod de a schimba frecvențele de transmisie foarte repede în timpul transmisiei pentru ca transmisia să nu poată fi bruiată. Schimbarea frecvenței se făcea prin programul înscris pe un tub, ca și cel al flașnetei. Invenția a fost făcută cu 20 de ani prea devreme. Prima aplicație a fost realizată de armata SUA în timpul crizei rachetelor din Cuba, metoda de salt de frecvență fiind folosită la ghidarea rachetelor. Astăzi, metoda este folosită la WLAN, Bluetooth,

ghidarea rachetelor, comunicații prin satelit etc. Această invenție istorică, cunoscută de puțină lume dovedește că pasiunea pentru nouitate și patriotismul nu sunt doar vorbe. În figura 5.2 poate fi văzut un articol din 1945 despre invenția lui Hedy Lamar:



Figura 5.2. Articol din 1945 despre invenția lui Hedy Lamar, sursa <http://legalinsurrection.com/2015/05/a-memorial-day-homage-to-american-science/>

5.2.Modulația datelor

Şirul de date binare de 0 și 1 nu se pot transmite sub această formă prin aer. Datele trebuie modulate, adică se schimbă anumiți parametri ai unui semnal sinusoidal, numit purtătoare.

Dacă ecuația purtătoarei este: $S(t) = A \cdot \cos(2\pi \cdot f_c \cdot t + \Delta\Theta)$ atunci modificând amplitudinea A se obține o modulație în amplitudine, modificând f_c se obține o modulație în frecvență și modificând fază $\Delta\Theta$ se obține modulația în fază.

1. Modulația în amplitudine (ASK, Amplitude Shift Keying) este cea mai simplă modulare și se realizează prin alocarea a 2 amplitudini diferite A1 și A2 ale purtătoarei pentru valorile logice 0 și 1, figura 5.3.

O variantă particulară este când unei valori logice se atribuie amplitudinea 0, deci lipsa purtătoarei. O codare mai eficientă ar putea fi realizată prin mai multe nivele de amplitudine, ceea ce ar însemna o rată de transfer mai mare decât rata de Baud, dar să ar complica echipamentele de recepție. Avantajul acestei modulații este simplitatea, dar performanțele reduse au făcut ca transmisiile cu modulație în amplitudine să fie folosite doar pentru distante mici și viteze de asemenea mici.

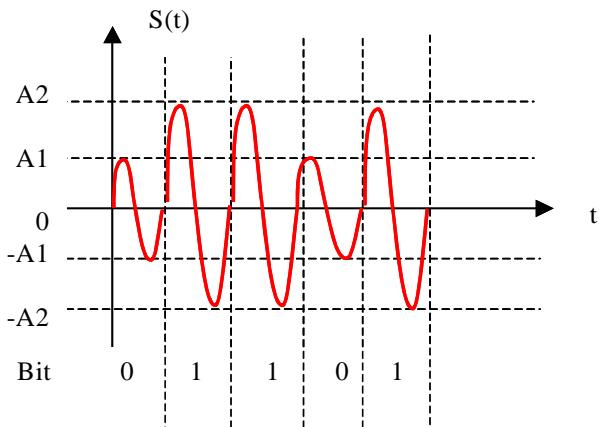


Figura 5.3. Modulația în amplitudine

2. Modulația în frecvență (FSK, Frequency Shift Keying) atașează câte o frecvență diferită valorilor logice 0 și 1, figura 5.4. Această tehnică de modulație este folosită pentru transmisii radio, iar pentru date a fost folosită mai demult, din cauză că nu asigură un debit de informație suficient de mare.

3. Modulația în fază (PSK, Phase Shift Keying) alocă defazaje diferite valorilor logice de 0 și 1. O variantă care compară starea actuală a semnalului cu starea lui anterioară se numește modulație în fază diferențială (DPSK).

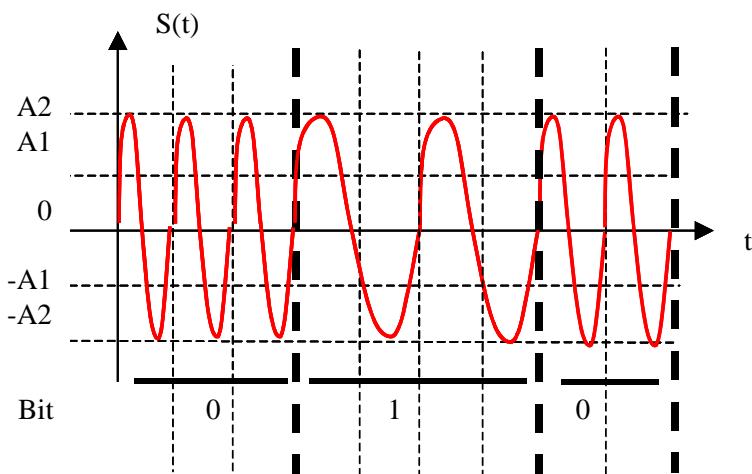


Figura 5.4. Modulația în frecvență

Se poate imagina o modulație PSK pe mai multe nivele, astfel ca o modificare de fază să semnifice mai mulți biți. De exemplu, un modem (numit dabit) ar putea să codifice 2 biți cu o schimbare de fază astfel (numită modulație 4PSK):

Bit 1 Bit 0	Variată de fază
11	$\Delta\Theta=45^\circ$
10	$\Delta\Theta=135^\circ$
01	$\Delta\Theta=225^\circ$
00	$\Delta\Theta=315^\circ$

Graficul fazei, numit și modelul constelației (pentru că punctele seamănă cu o constelație) este dat în figura 5.5a:

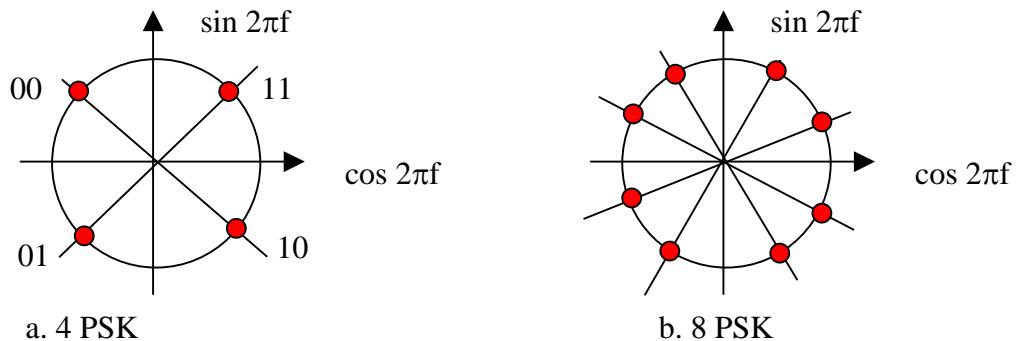


Figura 5.5. Modelul constelației pentru 4 PSK și 8 PSK

La fel, un modem tribit utilizează modulația 8 PSK și modelul constelației, codificând 3 biți la o schimbare de fază este dat în figura 5.5. b.

4.Modulația în cuadratură (QAM, Quadrature Amplitude Modulation) este o combinație între modulația în fază și cea în amplitudine, utilizată în unele transmisii fără fir actuale. Prin această modulație se stochează un maximum de informație în modificările purtătoarei.

Cu doar 2 nivele de amplitudine și 4 de fază se poate realiza o modulație 8 QAM care codifică 3 biți, iar cu 2 nivele de amplitudine și 8 de fază se pot codifica 4 biți, figura 5.6:

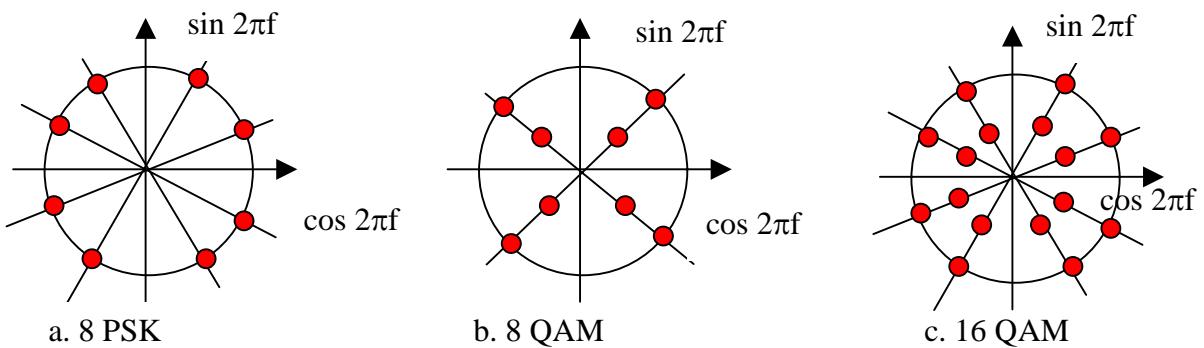


Figura 5.6. Modelul constelației pentru 8 PSK, 8 QAM și 16 QAM

Se observă că distanța de fază pentru 8 QAM este ca și la 4 PSK iar la 16 QAM ca la 8 PSK. Este evident că acuratețea circuitelor de demodulare trebuie să fie cu atât mai mare cu cât distanța de fază (variația de fază între 2 puncte alăturate din constelație) este mai mică. Variația în timp a unui semnal QAM este arătată în figura 5.7.:

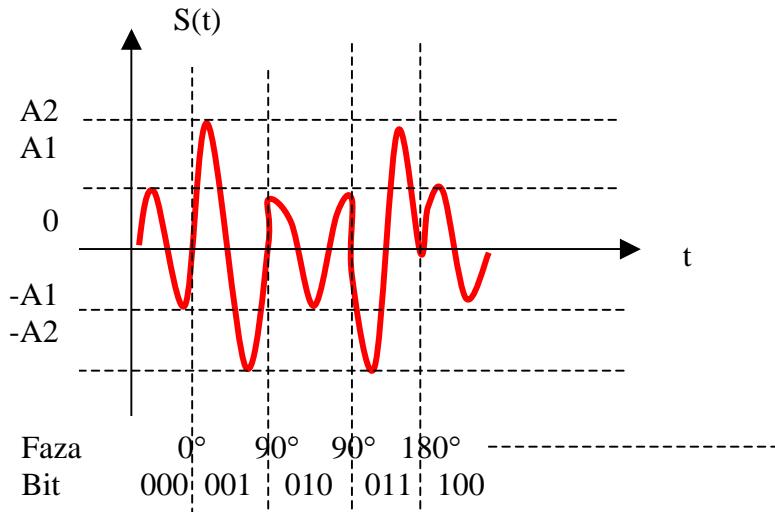


Figura 5.7. Forma în timp a unui semnal QAM

Se vede în figură că variază atât amplitudinea (2 valori, A1 și A2) cât și faza semnalului. S-au reprezentat câteva variații de fază și amplitudine precum și grupul de biți codificat prin aceste variații.

5.3. Acces în rețele locale (Wireless Local Area Network)

Momentul actual al dezvoltării sistemelor de calcul este caracterizat de mobilitate. Apariția și răspândirea calculatoarelor portabile (notebook, laptop) urmată apoi la puțin timp de apariția telefoanelor inteligente (smartphone) a atras după sine dezvoltarea accesului fără fir la Internet și dezvoltarea rețelelor fără fir. O imagine care apare din ce în ce mai des este cea a persoanelor cu calculatoare portabile conectate la Internet prin legături fără fir, figura 5.8:



Figura 5.8. O imagine a unui Tânăr lucrând la laptop-ul său conectat la Internet, sursa

<http://laptoping.com/wireless-internet-usage-us.html>

WLAN (Wireless Local Area Network) reprezintă acum cel mai răspândit mod de acces mobil la Internet și de realizare a rețelelor fără fir. Prima rețea WLAN a fost realizată în 1970 la Universitatea din Hawaii și a fost numită ALOHAnet.. Această metodă de transmisie se extinde continuu, în prezent multe locuințe și locuri publice ca restaurante, cafenele sau magazine având acoperire WLAN, iar în viitor există planuri de realizare a unor rețele metropolitane.

Modularea datelor este OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing), care înseamnă că spectrul alocat transmisiei este împărțit în mai multe canale (în ideea lui Hedy Lamarr), pe fiecare canal informația fiind modulată în quadratură.

IEEE a standardizat WLAN ca IEEE 802.11. În cadrul acestui standard, cele mai cunoscute variante sunt 802.11b, 802.11g (care asigură viteza de 54Mbps și frecvența purtătoarei este 2,4GHz) și o variantă mai nouă, 802.11n (100-300Mbps). Detalii despre programarea unui router wireless au fost date în capitolul anterior.

Observație: banda 2,4GHz nu necesită licențiere, deci nu se plătește pentru utilizarea spectrului.

Avantajele WLAN:

- o Se asigură o viteză bună de transfer, ceva mai mică decât la rețeaua cablată;
- o Costurile de implementare sunt apropriate de cele ale rețelelor cablate;
- o Asigură mobilitatea, avantaj important în situația apariției notebook-urilor.

Un dezavantaj este că raza de acțiune de câteva zeci de metri este relativ mică.

Toate echipamentele mobile dispun acum de interfețe pentru cuplarea fără fir. Notebook-urile, telefoanele inteligente, terminalele pentru citit cărți (eBook Reader) etc. Dacă se dorește cuplarea la rețeaua fără fir a unui calculator fix pentru a evita cablarea, există adaptoare cu care se poate face acest lucru, cuplate la magistrală sau la USB, figura 5.9:



Figura 5.9. Adaptor wireless PCIe (stânga) și adaptor wireless USB (dreapta), sursa http://www.emag.ro/adaptoare_ethernet/c

Conecțarea într-o rețea WLAN este foarte simplă și se realizează asemănător cu sisteme PC sau cu terminale mobile. Un click pe pictograma care arată sugestiv nivelul semnalului emis de router arată toate rețelele cu care se poate stabili o

legătură, figura 5.10. Un click pe rețeaua care se dorește a fi selectată permite realizarea legăturii cu parolă dacă rețeaua este securizată sau fără parolă. Datele de conectare sunt salvate, aşa că o nouă conectare se va face automat.

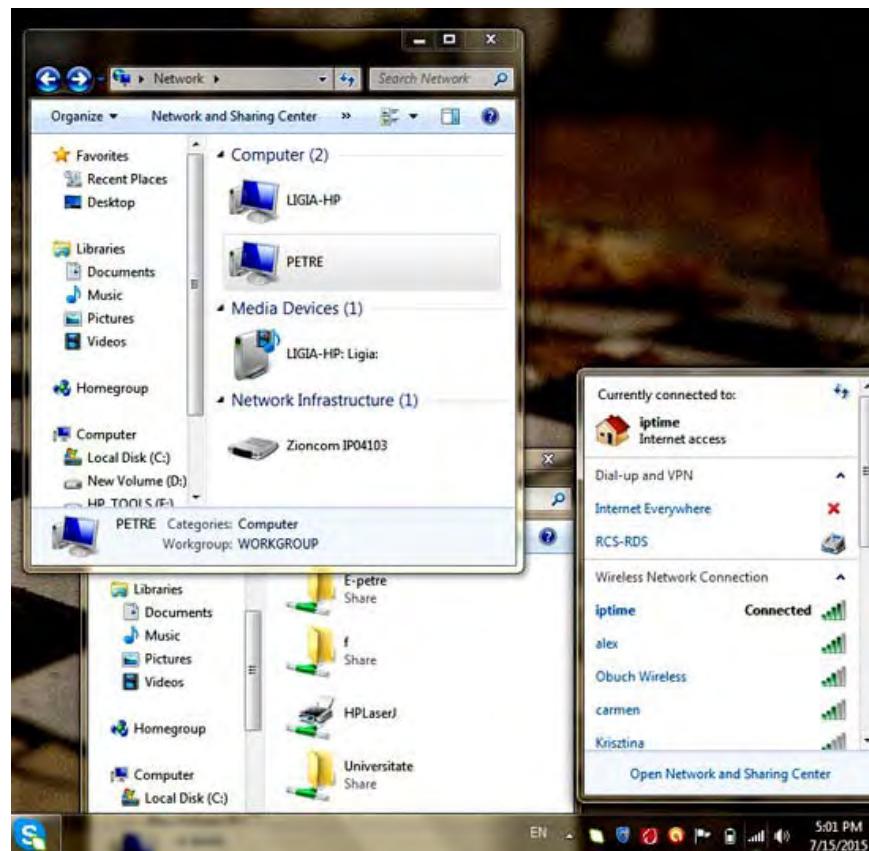


Figura 5.10. Conectarea în WLAN

Conectarea fără fir la un router permite nu doar accesul la Internet ci și accesul la resursele partajate (puse în comun). În figura 5.10 se pot vedea în fereastra din stânga sus structura rețelei iar în fereastra din stânga jos resursele de pe alt calculator cuplat în rețea.

5.4. Acces în rețele extinse (Wide Area Network (WAN))

Datorită necesității de a putea avea acces la informație și de a fi totodată mobil, s-a recurs la folosirea terminalelor mobile GSM pentru transmisii de date. Primele rețele mobile numite uneori și 1G, cu transmisii analogice de voce, au apărut pentru prima dată în SUA în 1983, concepute de Bell Labs, cunoscute sub numele de Advanced Mobile Phone System (AMPS) (sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Mobile_Phone_System). Comunicațiile de date prin intermediul rețelelor de telefonie mobilă au apărut în momentul în care a fost împrumutată o idee de la rețelele de calculatoare, cea a comutației de pachete. Informația este organizată (grupată) în pachete care circulă prin intermediul unor

echipamente de rețea până la destinație. Adresele sursei și destinației sunt conținute în pachet. Astfel a luat naștere GPRS (General Packet Radio Services). Cei care au inventat acest mod de transmisie sunt considerați Bernhard Walke și studentul lui, Peter Decker de la Aachen University din Germania (sursa https://en.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service).

Rețeaua de comunicații mobile 2G a fost concepută în principal pentru apeluri de voce iar standardul GPRS a constituit o extensie pentru transferul de date și accesul la Internet. Rețeaua 3G a asigurat viteze mai mari într-o arhitectură combinată de comutație de circuite și de pachete. Rețeaua 4G a renunțat la apelurile de voce, convorbirile fiind realizate în mod VoIP și a păstrat comutația de pachete, mărind astfel viteza de transfer a datelor.

Accesul la Internet de pe telefoanele mobile este în prezent posibil cu orice telefon (smartphone). De regulă se poate selecta într-un meniu al telefonului accesul la o rețea locală (WLAN) sau la rețeaua WAN pe baza abonamentului de acces cu furnizorul de servicii de telefonie mobilă. Aceste moduri de acces sunt în prezent foarte mult utilizate, mai ales de tineri și de oamenii de afaceri care dispun astfel de acces mobil Internet la viteze bune, ceea ce permite implicarea lor dinamică în societate.

Ca și la accesul în rețeaua LAN (Ethernet) discutat în capitolul anterior se poate pune problema accesului și a transferului de date a altui dispozitiv electronic decât un calculator PC sau un telefon mobil la Internet prin rețeaua de telefonie mobilă. Sistemele de urmărire a autovehicolelor de exemplu determină poziția mașinii prin GPS și o trimit la rețeaua WAN, la un server, unde itinerariile sunt înregistrate. Un alt exemplu este citirea de la distanță a contoarelor de energie electrică din zone mai puțin accesibile prin GPRS.

Rata de transfer maximă care se poate obține prin GPRS este de 171,2 kbps adică 21.4kBps. Sistemul de transmisie GPRS este pus la dispoziție de operatorii de telefonie mobilă și datele achiziționate sunt trimise la un server al utilizatorului. Fiecare modul GPRS trebuie să aibă un card SIM furnizat de operatorul de telefonie mobilă cu un tip de abonament sau în sistem pre-plătit pentru transferul de date. Tarifele sunt de regulă funcție de traficul realizat.

În aplicații de transmisii de date GPRS gestionate de un microcontroller se pot folosi de exemplu module GPRS produse de TELIT. Cele mai cunoscute sunt modelul GM862-GPRS și modelul EZ10. Ambele modele sunt echipate cu interfețe serială UART (standard RS232) și USB, figura 5.11:



Figura 5.11. Modulul GPRS GM862 (stânga) și EZ10 (dreapta) (sursa www.telit.com)

EZ10 este un modul GPRS/GPS construit ca ansamblu separat de placă cu microcontroller la care se conectează prin o conexiune serială RS232. Modulul este construit pe baza circuitului GM862, având suplimentar și funcția de GPS. EZ10 administrează intern formarea cadrelor de comunicație și ușurează astfel implementarea aplicației. Alimentarea modulului se face de la un alimentator extern. Caracteristicile principale ale modulelor GPRS sunt: Dual Band 900-1800MHz, EASY GPRS (comenzi AT incluse), interfață serială RS232, interfață card SIM, agendă numere de telefon, audio integrat, posibilitatea de lucru cu SMS, GPS integrat (în EZ10).

Conexiunea modulului TELIT cu microcontrollerul se face prin interfața serială RS232, comunicația fiind bazată pe comenzi AT. Comenzile AT sunt siruri de date care încep cu prefixul AT și pot fi trimise modulului cu un program cum este de exemplu Hyper-Terminal din Windows dacă modulul este conectat la un PC prin interfața RS232 sau direct de la microcontroller. Conectarea la un PC este utilă în faza inițială de punere la punct a părții software. După ce programul a fost pus la punct se programează microcontrollerul care comunică cu modulul GPRS tot prin interfața serială RS232, cu aceleași comenzi AT.

La activarea conexiunii GPRS trebuie specificați parametrii rețelei și numărul de telefon apelat și se stabilește o conexiune între modem și un server de date (nu se poate stabili o conexiune între două modemuri GPRS). După această secvență urmează transmiterea datelor. Practic tot ce primește modulul prin interfața serială va fi transmis către server urmând ca după închiderea conexiunii modulul să fie trecut în stare oprită.

Aplicațiile GPRS sunt mai simplu de implementat decât pare la prima vedere, aceasta datorită în primul rând programabilității medemurilor GPRS cu comenzi AT (Easy GPRS). Nu este necesară cunoașterea traseului datelor până la serverul utilizatorului, singura condiție pusă serverului fiind să aibă atribuit un IP fix. Transmisia GPRS se pretează la aplicații în care nu există un receptor în apropierea punctului de culegere

de date dar există acoperire de telefonie mobilă. Un proiect realizat la Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor împreună cu studenții a implicat măsurarea radiațiilor ionizante pe teritoriul municipiului Brașov și transmisia datelor prin GPRS la un server. Nivelul radiației în diferite puncte este afișat pe o hartă a Brașovului, poziția GPS a punctului de măsurare fiind transmisă tot prin GPRS, figura 5.12:

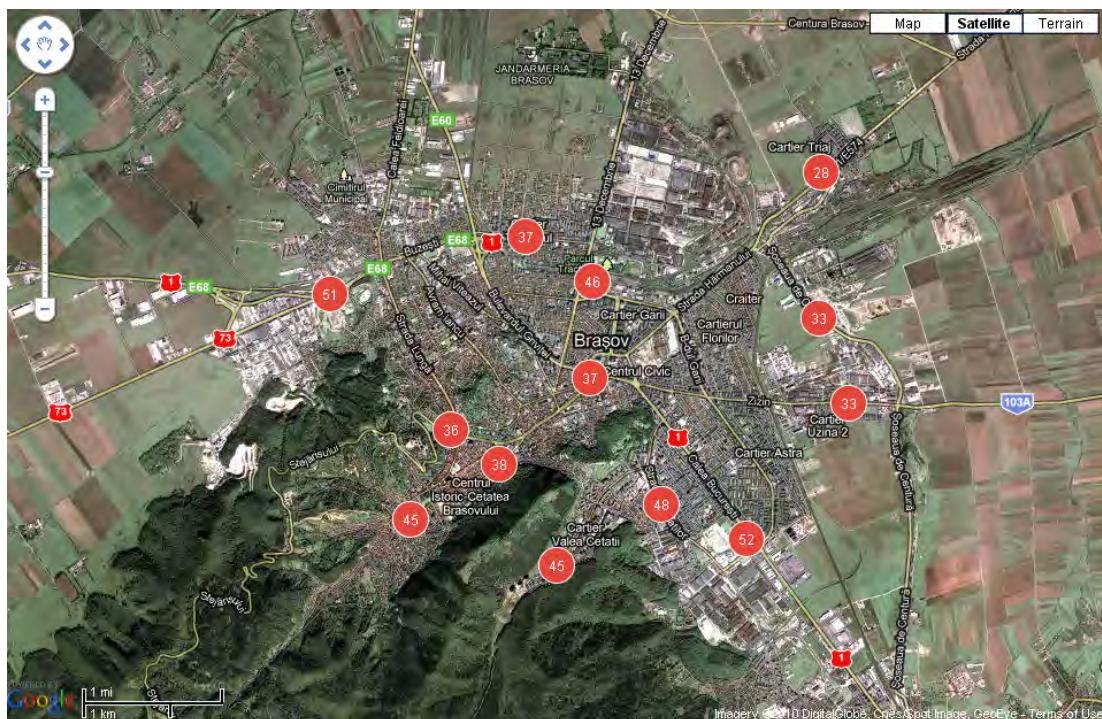


Figura 5.12. Afișarea pe o hartă a nivelului de radiație transmis prin GPRS într-un proiect de cercetare realizat la Brașov

5.5. Rețele de senzori (Wireless Sensor Networks (WSN))

Prin **Bluetooth** se realizează transferuri de date pe distanțe scurte între un calculator sau un terminal mobil (smartphone) și diverse echipamente periferice, de exemplu căști, playere, imprimante, camere video, GPS etc. Numele provine de la numele unui rege danez, Blatand din secolul 10 care a unit triburile scandinave.

Transmisiile Bluetooth se utilizează în rețele personale (Personal Area Network) și în rețele de senzori (Wireless Sensor Networks). Modulația datelor este asemănătoare cu cea de la WLAN, adică împărțirea spectrului alocat în mai multe canale și o modulație în frecvență numită Gaussian frequency-shift keying (GFSK) a datelor pe fiecare canal. Spectrul alocat este situat în banda de 2,4GHz, ca și WLAN. Distanța de transmisie este de uzual de 1m, viteza fiind de 1Mbps, dar există unele dispozitive cu putere mai mare de emisie care asigură distanțe până la 100m.

Conecțarea unui dispozitiv Bluetooth la un calculator gazdă se realizează printr-un software de descoperire. În cazul unei rețele personale se poate de exemplu conecta un telefon mobil la un notebook, dacă ambele dispun de interfețe Bluetooth. Conecțarea se poate face pentru transfer de date, de exemplu fotografii, muzică sau salvarea agendei personale de numere de telefon. Prin conectare la telefon notebook-ul se poate cupla la Internet-ul furnizat de operatorul de telefonie mobilă, în cazul în care nu există acoperire WLAN. În figura o captură de ecran arată faza de descoperire în care a fost găsit telefonul cu numele "petre" și meniurile de transfer din Windows 7, figura 5.13:

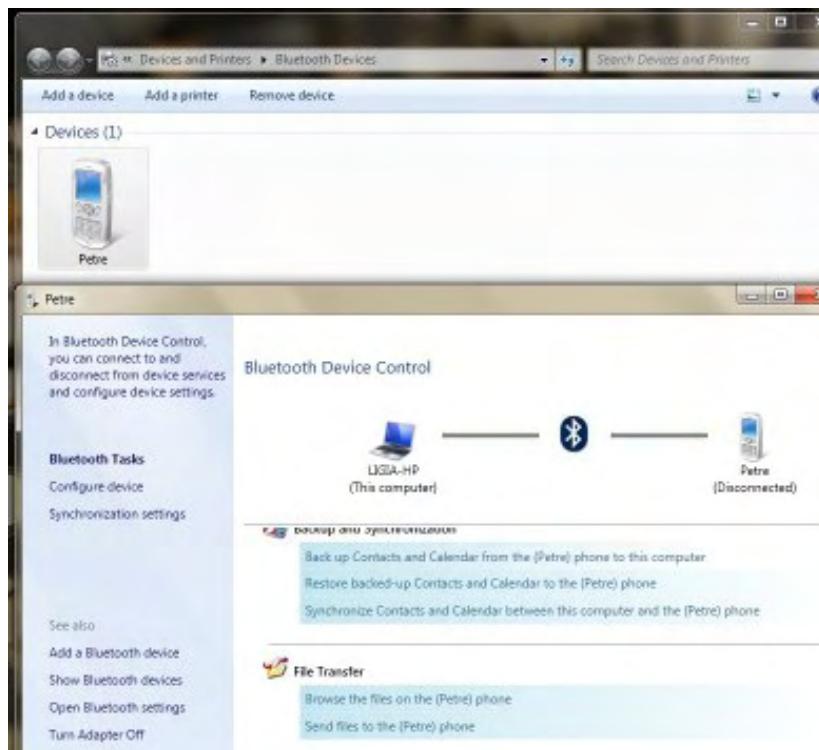


Figura 5.13. Conecțarea unui telefon mobil la un notebook

O aplicație Bluetooth obișnuită o constituie căștile fără fir. Căștile conțin un modul Bluetooth de mici dimensiuni care are ca sarcini transmiterea informației audio, figura 5.14 stânga. Pentru transmisii de date preluate de la senzori, modulele Bluetooth se pot conecta la microcontrolere, asemănător cu modulele GPRS, printr-o interfață serială UART. Asemănarea merge mai departe prin faptul că unele module Bluetooth pot fi programate cu comenzi AT, ca și modulele GPRS. Acest lucru simplifică mult munca de realizare a unei aplicații. Un modul Bluetooth care se poate conecta cu un microcontroller este dat în figura 5.14 dreapta. Se remarcă în partea de sus antena trasată pe cablaj.



Figura 5.14. Căști Bluetooth, sursa <http://www.head-fi.org/t/688434/my-old-solo-hds-are-lying-around-what-should-i-do-with-them> și un modul Bluetooth, sursa <http://littlebirdelectronics.com.au>

Dacă se conectează un modul Bluetooth LM058 la un PC prin interfața serială UART și se trimit comenzi AT cu programul HyperTerminal, se poate iniția o comunicație cu un terminal portabil. Astfel, figura 5.15, cu comanda AT+ROLEM s-a stabilit pentru adaptor rolul de *master*, cu AT+AON- s-a dezactivat conectarea automată, apoi au fost căutate dispozitive și s-a găsit telefonul cu numele Didi. Cu AT+BOND s-a introdus adresa telefonului și cu comanda AT+CONN a fost realizată conexiunea de date. În acest moment pe ecranul telefonului s-a cerut confirmarea conectării.

```
s - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
□ ☎ | ☎ | ☎ | ☎ | ☎

AT
OK
AT+ROLEM
OK
AT+AON-
OK
AT+FIND?
OK

Inquiry Results:
1 Didi 2013-E0-3E5C4A
Inquiry End. 1 Device(s) Found
AT+BOND=2013E03E5C4A
OK
AT+CONN
OK

CONNECT "2013-E0-3E5C4A"
-
```

Figura 5.15. Comenzi AT pentru conectarea Bluetooth cu un terminal mobil

Transmisia **ZigBee** este o transmisie wireless mai ieftină decât Bluetooth, asigură un consum mai redus de energie și dimensiuni mici dar asigură și un debit mai mic de date. Numele se pare că provine de la zborul în zig zag al albinelor care își transmit date referitoare la poziția sursei de hrana. Acest tip de transmisie se pretează la aplicații de tip rețea de senzori (rețele *mesh*). Prima apariție a ZigBee a fost în 1998, ca urmare a nevoii de o interfață mai ieftină decât Bluetooth pentru aplicații cu mulți senzori în care rețeaua se autoconfigurează la intrarea sau ieșirea unor senzori din activitate. Ca aplicații se pot menționa sisteme de senzori în domeniul casnic (incendiu, fum etc.), industrial, medical pentru urmărirea datelor provenite de la un pacient, în telecomunicații etc. Banda alocată este 2,4GHz, dar și alte 2 benzi folosite în diferite țări. Modulația este în quadratură și asigură 250kbps la o distanță uzuală până la 70m. Intervalul de bandă folosit este între 2,405GHz și 2,480GHz, împărțit în canale de 5MHz. Modulele ZigBee pot lucra în modul punct la punct sau punct la multipunct și o rețea de astfel de dispozitive necesită un dispozitiv cu funcția de coordonator. Rețeaua *mesh* permite conexiuni radio de date între dispozitive mai îndepărtate decât raza de acțiune radio prin intermediul unor noduri ZigBee intermediare iar defectarea unui nod poate fi transparentă prin preluarea sarcinilor de alt nod. Zigbee a fost standardizat de IEEE cu numele IEEE 802.15.4.

Spre deosebire de WLAN și Bluetooth, modulele ZigBee nu sunt integrate de regulă în calculatoare PC sau în telefoane mobile. Un modul dedicat cuplării cu un microcontroller prin interfață UART este XBee. XBee asigură o rată de transfer de 250kbps la distanțe de maximum 100m în spații închise și 1,6km în spații fără obstacole, iar datele sunt furnizate printr-o interfață serială care admite și comenzi AT, viteze posibile fiind între 1200bps și 1Mbps. Comunicarea radio poate fi criptată (AES) iar corectitudinea transmisiei este asigurată de un mecanism de confirmare și reîncercare. Puterea de emisie este de maximum 50mW la 2,4GHz. Există și variante de module cu consum mic și rază de transmisie mai mică. Imaginea unui modul XBee este dată în figura 5.16:

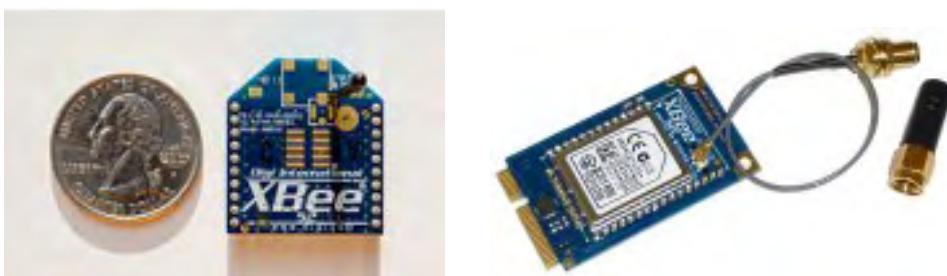


Figura 5.16. Modul XBee (stânga), sursa <https://en.wikipedia.org/wiki/XBee> și modul ZigBee cu interfață PCIe (dreapta), sursa <http://www.whitebeam.com/xbee>

Aceste module pot realiza o rețea *mesh* și astfel se pot implementa rețele cu proprietăți de descoperire a noilor dispozitive, eliminarea dispozitivelor defecte etc. Astfel modelul XBee-PRO asigură doar o comunicație punct la punct iar XBee Znet poate fi interconectat într-o rețea *mesh*.

Există module ZigBee cu interfață PCIe care pot fi montate în calculatoare PC sau în notebook-uri pentru a asigura conectivitatea rețelei de senzori prin WLAN sau WAN. Un astfel de modul este dat în figura 5.16 (dreapta).

5.6. Identificarea prin frecvență radio RFID

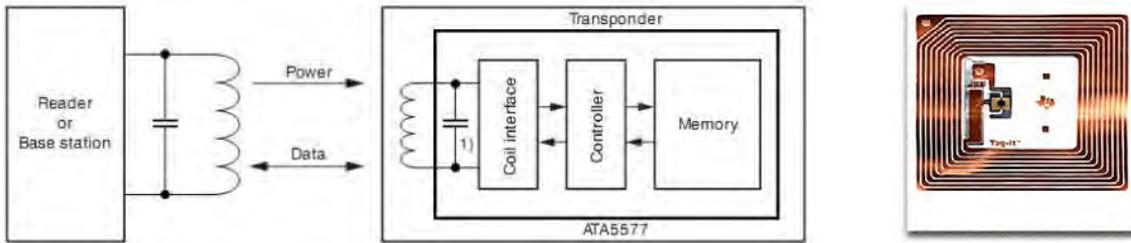
Identificare prin frecvență radio (*Radio-Frequency Identification* sau *RFID*) este o metodă de identificare automată care se bazează pe stocarea și regăsirea datelor la distanță, folosind dispozitive numite etichete *RFID* (*tag RFID*) și transmițătoare *RFID*. Tehnologia necesită o cooperare a unui aparat cititor de *RFID* cu eticheta *RFID*. O etichetă *RFID* este un obiect mic sau foarte mic (sub 1 mm x 1 mm) care poate fi aplicat sau încorporat într-un produs, animal, sau chiar persoană, cu scopul de identificare și urmărire, folosind undele radio. Unele etichete pot fi citite de la mulți metri depărtare, chiar mult peste 50 m, iar eticheta se poate afla și în afara razei de vedere a cititorului.

O istorie a *RFID* scrisă de unul dintre cei care au dezvoltat această tehnologie este dată în lucrarea J. Landt, *The history of RFID*, online la: <http://www.transcore.com/pdf/>). Stockman a scris în 1948 prima lucrare care prevede posibilitatea *RFID Communication by Means of Reflected Power*. În 1960 R. F. Harrington studiază teoretic *RFID* dar primul patent a fost acordat lui H.W. Cardullo în 1973 pentru o etichetă *RFID* cu memorie (<http://www.rfidjournal.com/article/view/1338/1/129>) . În 1970 guvernul SUA a început cercetările la Los Alamos pentru un sistem de urmărire a materialelor nucleare, avându-l ca membru pe J. Landt. Preluarea ideii de *RFID* în comerțul retail a constat în eticheta de un bit- articol plătit sau nu, în 1960. După Los Alamos cercetătorii au fondat propria companie pentru dezvoltarea de aplicații comerciale. Primele etichete au fost realizate cu funcționare la 125kHz, dar frecvența a crescut ulterior pentru a extinde raza de acțiune. În 1999 a fost fondat la MIT Auto-ID Center de câteva companii importante pentru a realiza tag-uri ieftine care se pot atașa pe orice produs. La Auto-ID Center s-au alipit peste 100 de companii până în 2003 și au dezvoltat EPC (Electronic Product Code) și o arhitectură de rețea cu acces Internet pentru gestionarea datelor.

Cele mai multe etichete (tag-uri) *RFID* conțin cel puțin trei părți, figura 5.17:

- o un circuit integrat pentru stocarea și prelucrarea de informații, modulare și demodulare a unui semnal de radio-frecvență (RF), și alte funcții speciale (*transponder RFID*);
- o memorie pentru stocarea de informații;

- o antenă pentru recepționarea și transmiterea de semnale radio.



Eticheta (tag) RFID schemă bloc și aspect

Figura 5.17. Schema bloc a unui sistem RFID (sursa <http://www.datasheetdir.com/ATA5577+RFID>) și aspectul unei etichete RFID (dreapta) sursa <http://rfid-informationen.de/info/was-ist-rfid.html>

În schema bloc din figura 5.17 se poate vedea modul de funcționare. Pentru costuri ale etichetei cât mai mici, eticheta nu are baterie pentru alimentare. Cititorul RFID are o bobină de dimensiuni mari care este folosită pentru a genera un câmp electric în spațiul din jurul ei. Înfășurarea din etichetă aflată în proximitatea bobinei cititorului furnizează energie microcontrollerului din etichetă, energia fiind stocată cu un condensator. În următoarea etapă are loc un schimb de date între cititor și etichetă, fiind folosite aceleși înfășurări care au fost folosite pentru transferul energiei.

Astăzi tehnologia RFID este deja folosită în domenii foarte numeroase. De exemplu în lanțul de aprovisionare al întreprinderilor, pentru a îmbunătăți eficiența inventarelor, pentru urmărirea produselor în cursul fabricației și pentru managementul produselor.

Alte exemple de utilizare a RFID sunt:

- o magazinele viitorului în care etichetele sunt aplicate pe produse vor permite ca produsele din coș să treacă prin dreptul cititorului și astfel să fie puse automat pe nota de plată, fără ca să existe o persoană care scaneză coduri;
- o măsurarea timpului de la cursele atletice;
- o controlul pașapoartelor;
- o aplicarea taxelor rutiere pe anumite autostrăzi etc.;
- o urmărirea produselor (vacile unei cirezi, cărțile unei biblioteci, transcontainerele pe un vapor);
- o urmărirea locomotivelor și vagoanelor la căile ferate;
- o autentificarea persoanelor care doresc să intre în zone speciale;
- o paza și inventarierea în depozite, firme, muzeu etc.

Aplicațiile RFID pot fi realizate destul de simplu utilizând microcontrolere și circuite specializate. Astfel, un proiect realizat la Facultatea de Inginerie Electrică și Știință Calculatoarelor arată ca în figura 5.18:



Figura 5.18. Sistem RFID cu microcontroller

Jos se vede eticheta RFID încorporată într-un card de acces iar în stânga este cititorul și inscriptorul de date cu microcontroller. Bobina cititorului utilizată pentru transferul de energie și date se vede în dreapta.

5.7. Concluzii

Există în prezent o mare varietate de transmisii fără fir. Alegerea uneia sau alteia se face în funcție de aplicație. Dacă este nevoie ca transferul de date să fie între două module cu microcontroller la distanță mică și aplicația trebuie să fie ieftină atunci se pot folosi protocoale proprietare implementate în module ieftine, figura 5.19:

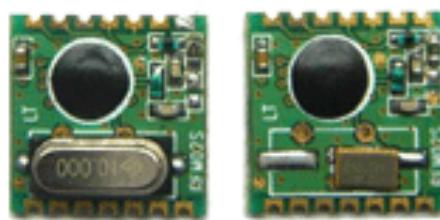


Figura 5.19. Module RFM 01 și RFM 02 (sursa
http://www.hoperf.com/rf/fsk_module/RFM02.htm)

Aceste module lucrează la frecvența de 433MHz sau 868MHz (benzi libere), utilizează o modulație în frecvență și asigură o viteză de 115Kbps pe o rază de 300m. Dimensiunile sunt mici 18mm x 14 mm. Unul dintre circuite este emițător și

unul receptor, deci cu două circuite se poate realiza o comunicație fără fir unidirecțională. Prețul unui modul este de circa 5USD (la cumpărarea doar a unei bucăți).

Dacă este vorba de un aparat care transmite date direct în Internet și este situat mai departe de oraș atunci se poate folosi o transmisie GPRS. Dacă receptorul de date este un terminal mobil și distanța de transmisie este mică atunci o transmisie Bluetooth este cea mai potrivită. Necesitatea integrării într-o rețea de măsură existentă poate obliga proiectantul să aleagă metoda folosită în rețea. O transmisie cu debit mare de informație poate determina alegerea unei transmisii WLAN, costurile fiind însă mai mari ca la variantele anterioare. În consecință, principalele criterii de alegere a metodei de transmisie sunt:

- o Distanța de transmisie;
- o Debitul de informație;
- o Restricții determinate de conectarea la o rețea existentă;
- o Poziția geografică;
- o Costurile admisibile.

Pentru construirea unor interfețe de comunicații fără fir la dispozitive care au printre funcții și pe cea de comunicații de date câteva concluzii sunt:

- o Conceperea, proiectare și realizarea practică a unei comunicații wireless este mai simplă decât pare, aceasta datorită circuitelor de interfațare specializate.;
- o Conceperea unui sistem electronic de comunicații începe cu un studiu pe net în ceea ce privește existența circuitelor specializate (pe paginile constructorilor de circuite- ATMEL, TI, Microchip etc.) apoi disponibilitatea comercială (pe paginile furnizorilor din România);
- o Proiectarea software este ușurată semnificativ dacă modulul wireless admite comenzi AT.

Mai multe detalii despre noțiunile parcurse în capitolul 5 pot fi găsite în [15.Bibliografie](#), [20, 26].

6.Afișarea imaginilor

6.1.Afișaje LCD

Indiferent de principiul utilizat pentru afișare, imaginile sunt construite din puncte. Exemplul din figura 6.1 arată litera A formată din puncte. Același principiu este utilizat și la imprimare și se va reveni cu detalii în capitolul dedicat imprimantelor.

Generare matricială

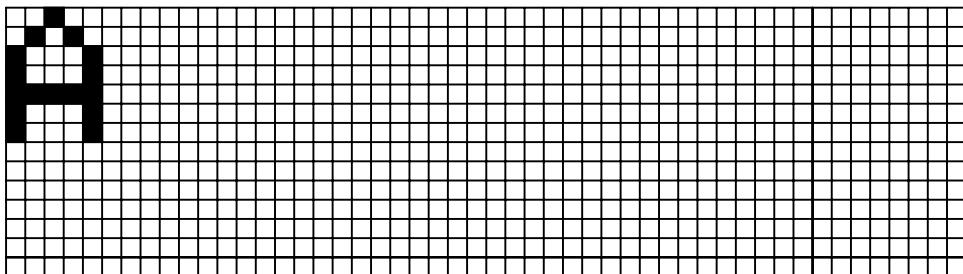


Figura 6.1. Generarea imaginii afișate prin puncte

Informația care trebuie afișată este trimisă de calculatorul PC, de microprocesor sau microcontroller prin interfețe care depind de afișaj și aplicație. Cele mai cunoscute sunt interfețele de la PC, una de tip analogic (VGA, video graphics array) și una de tip digital (DVI digital video interface). Informația de afișat este transmisă punct după punct, cu o parcurgere pe rând a liniilor afișajului.

LCD-ul (liquid crystal display) este un dispozitiv de modulare electronică a luminii, dispus între plane transparente înguste plasate în fața unei surse de lumină.

În 1888 Friedrich Reinitzer a descoperit natura cristalelor lichide în colesterolul extras din morcovi. În 1936 compania Marconi Wireless Telegraph a înregistrat primul patent de utilizare a cristalelor lichide în afișaje. În 1964 a fost creat primul LCD de către George Heilmeier în SUA, iar autorul este considerat inventatorul LCD-urilor. În 2007 pentru prima dată numărul de televizoare LCD vândute a fost mai mare decât numărul de televizoare cu tub cinescop (CRT, Cathode Ray Tube), sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Liquid-crystal_display. În prezent monitoarele și televizoarele CRT au dispărut de pe piață și mai sunt foarte puține în exploatare.

Cristalele lichide (substanțe lichide cu structură cristalină) pot fi orientate în funcție de câmpul electric aplicat. Astfel, dacă alinierea este orizontală lumina este blocată iar dacă alinierea este verticală lumina poate trece. Câmpul electric este aplicat cu ajutorul unui electrod transparent situat în partea superioară a afișajului și o arie de tranzistori care formează suprafața activă a afișajului. Comanda tranzistorilor

realizează orientarea cristalelor lichide situate între electrozi. Lumina din spate este realizată cu tuburi cu descărcare în gaze sau cu diode LED, figura 6.2..

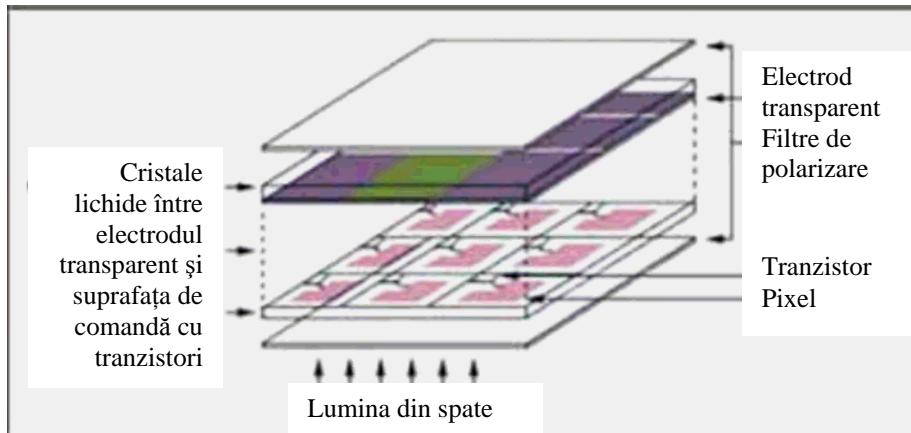


Figura 6.2. Principiul afişării LCD sursa <http://a2zczyber.blogspot.ro/2013/01/tft-lcd-tv-principle-of-working.html>

În afişajele LCD color fiecare pixel este împărţit în 3 celule sau subpixeli, colorate în culorile fundamentale Roşu, Albastru şi Verde (RGB). Fiecare nuanţă se poate realiza prin combinarea acestor culori fundamentale în diferite proporţii.

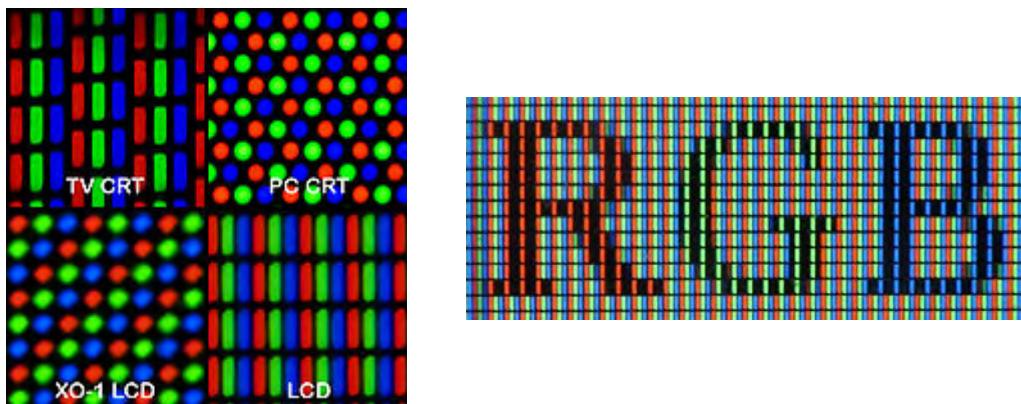


Figura 6.3. Afişarea color cu subpixeli, sursa <https://en.wikipedia.org/wiki/Pixel>

În figura 6.3 se poate vedea forma subpixelilor pentru diverse sisteme de afişare iar în partea dreaptă modul în care se pot obține caractere colorate activând subpixelii de o anumită culoare.

Principalele caracteristici ale afişajelor LCD, multe fiind comune şi afişajelor bazate pe alte principii constructive sunt:

- Rezoluția reprezintă numărul de puncte care pot fi afişate pe orizontală şi verticală, de exemplu 1920x1080. Monitoarele LCD au o rezoluție nativă la

107

care imaginea are cea mai bună calitate. Pentru transmisia datelor prin interfața VGA informația digitală din calculator este transformată în informație analogică prin convertoare analog digitale și transmisă spre monitor. Dacă fiecare culoare este stocată într-un registru pe 8 biți atunci se pot afișa pentru fiecare culoare 2^8 nuanțe, ceea ce dă un total de 2^{24} nuanțe / punct afișat. Cantitatea de informație necesară pentru afișare este mare, de aceea viteza interfețelor video trebuie să fie mare;

- Dimensiunea, reprezentată prin diagonala suprafeței vizibile, dată în cm sau inch. Câteva dimensiuni tipice a ecranului (Diagonale) sunt în inch: 18,5, 19, 21,5, 24, 28, 32, 40, 42, 54, 65 etc.;
- Dimensiunea punctului (Dot Pitch) este distanța între mijlocul a doi pixeli adjacenți. Cu cât este mai mică cu atât granularitatea afișajului este mai mică și imaginea mai bună;
- Timpul de răspuns este timpul necesar pentru schimbarea culorii unui pixel. Valoarea dată în catalog este a timpului necesar pentru schimbarea de la alb la negru sau între 2 nuanțe de cenușiu (cu o valoare mai mică). Se consideră că un timp de răspuns de la alb la negru de 8ms sau de 4ms între 2 nuanțe de cenușiu este acceptabil pentru toate aplicațiile;
- Unghiul de vedere este unghiul maxim în care o persoană poate să distingă imaginea. Cu cât este mai mare cu atât monitorul/ televizorul sunt mai bune. Pe măsura îmbunătățirii tehnologiei acest unghi s-a mărit permanent. La unele aplicații nu se dorește un unghi mare de vedere. Știți cumva un exemplu de astfel de aplicație?² Un exemplu de degradare a imaginii din cauza datorită unghiului de vedere la două notebook-uri este dat în figura 6.4:



Figura 6.4. Degradarea imaginii din cauza unghiului de vedere, sursa

<https://en.wikipedia.org/wiki/User:Dave3457/Sandbox/testing>

² De exemplu ecranul unui bancomat

- Luminozitatea este cantitatea de lumină emisă de afişaj care trebuie să fie mare, o valoare de $450\text{cd}/\text{m}^2$ fiind suficientă;
- Aspectul este raportul între lăţime şi înălţime, de exemplu 4:3 sau 16:9. Al doilea format este formatul Wide care s-a răspândit la monitoare şi televizoare;
- Contrastul este raportul între luminozităile celei mai luminate imagini şi a celei mai întunecate, valori uzuale fiind între 1000:1 şi 5000:1;
- Rata de reîmprospătare este numărul de schimbări ale imaginii pe secundă. Această rată este de 100Hz în țările europene (PAL/SECAM) şi 120Hz în SUA (NTSC). La un monitor rata de reîmprospătare se poate modifica din softul calculatorului gazdă;
- Numărul de pixeli defecţi care se doreşte să fie 0. Din cauza unor tranzistori defecţi pe substratul de siliciu (Wafer) unii pixeli de pe afişaj sunt stinşi sau aprinşi permanent. Producătorul nu vrea să arunce circuitele cu câţiva tranzistori defecţi aşa că se acceptă un număr de pixeli defecţi chiar la afişajele noi, funcţie de producător.

Câteva exemple de afişaje LCD sunt date în figura 6.5:



Figura 6.5. TV LCD, radioceptor portabil cu afişaj LCD, , un afişaj LCD grafic utilizat la un proiect condus de autor pentru măsurarea inclinației, cabina avionului AIRBUS A350 prevăzută cu afişaje LCD

Exemplile arată diversitatea tipurilor de afișaje LCD:

- Smart TV cu diagonala de 32 inch, aspect 16:9, rezoluția 1920 x 1080, contrast 7.000.000:1, rata de reîmprospătare 60/120/480Hz, unghiul de vedere vertical/ orizontal 178/178 grade, timp gri la gri 3ms, conectivitate WiFi și Bluetooth, consum 20W în funcționare și sub 0,3W în stand-by, sursa <http://www.techhive.com/product/1424781/samsung-un32es6500-led-lcd-tv.html>;
- Radioreceptor cu afișarea orei pe un afișaj LCD monocrom, care poate afișa doar caractere, sursa: <http://www.amazon.co.uk/Philips-AE1850-Portable-Radio-Headphone/dp/B001B7FEAM>;
- Afișaj LCD grafic cu rezoluția de 128x64 pixeli, utilizat la un proiect condus de autor pentru măsurarea înclinației cu un giroscop;
- Cabina avionului AIRBUS A350 prevăzută cu 6 afișaje LCD, sursa <http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a350xwbfamily/commonality/>

Se vede din principiul de funcționare al afișajelor LCD că este nevoie de o sursă de lumină uniformă și puternică care să lumineze afișajul din spate. Primele surse de lumină au fost tuburile cu descărcare în gaze, CCFL (cold cathode fluorescent lamp). Acestea au nevoie de o tensiune mare de alimentare și ca urmare au o fiabilitate mai redusă. De aceea în timp au fost înlocuite de iluminarea cu LED-uri. În figura 6.6. se pot vedea un tub CCFL aprins (sus) și o iluminare cu LED-uri (jos).

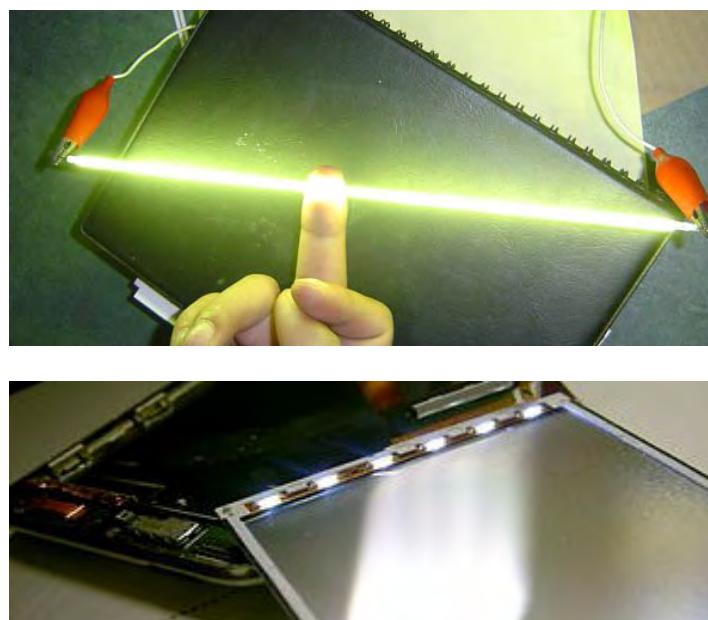


Figura 6.6. Iluminare cu tuburi CCFL sursa

http://www.diytrade.com/china/pd/2775243/CCFL_2_0_2_4_255_315_485_730mm.html și cu LED-uri sursa https://en.wikipedia.org/wiki/LED-backlit_LCD_display

În ambele variante de iluminare cantitatea de lumină se poate regla prin variația factorului de umplere a tensiunii (PWM Pulse Width Modulation).

6.2.Afișaje cu plasmă

Afișajul monocrom cu plasmă a fost inventat la universitatea din Illinois în 1964 de către Donald Bitzer și studentul Robert Wilson. Monitorul lor este prezentat în figura 6.7.

Cercetările au fost preluate de studentul Larry Weber și în 1970 a înregistrat 15 patente în acest domeniu. În 1992 Fujitsu a introdus primul monitor de 22 inch color, după care dimensiunea ecranului a crescut permanent. Astfel în 2008 a fost prezentat monitorul cu diagonala de 150 inch (381cm).



Figura 6.7. Primul monitor cu plasmă, sursa:
https://en.wikipedia.org/wiki/Plasma_display

Față de LCD-uri afișajele cu plasmă oferă o luminozitate superioară, unghi de vedere mai mare, culori mai vibrante, timp de răspuns mai bun. Ca dezavantaje se poate menționa că reflectă mai puternic lumina ambientală, timpul de viață este mai scăzut (20 de ani până la înjumătățirea luminozității) și consumul de curent este mai mare. Prețul face ca afișajele cu plasmă să fie mai competitive la dimensiuni mari ale ecranului. Astfel în 2008 în primul trimestru în SUA au fost vândute 22 mil. televizoare CRT, 21 mil. LCD și 3 mil. cu plasmă.

Principiul funcționării afișajului cu plasmă este dat în figura 6.8. Pixelul este o celulă umplută cu un gaz (xenon, neon sau argon), celulele fiind situate între două plăci de sticlă. Electrozi sunt situați în față și în spatele celulei. Electrodul din față este un electrod transparent și este situat pe o insulă izolatoare, iar electrozi din spate sunt electrozi de adresă.

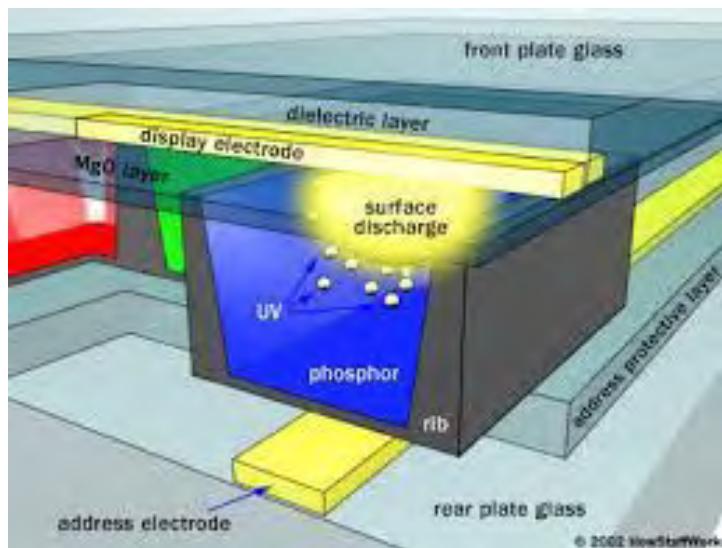


Figura 6.8. Principiul afișării cu plasmă, sursa

<http://www.bu.edu/simulation/classes/505classnotes/PlasmaPanel.pdf>

Circuitul electronic de comandă creează o diferență de potențial între electrozi care ionizează gazul și produce plasma. În afișajele color fiecare celulă este formată din trei subcelule sau subpixeli, ca la LCD. Subcelula are pereții acoperiți cu fosfor în culorile fundamentale, R, G, B. Plasma, prin ionii emisi determină ca fosforul să emită lumină în culoarea subpixelului. Spre deosebire de afișajele LCD, cele cu plasmă nu necesită iluminare din spate pentru că emit lumină.

Un defect al afișajelor cu plasmă este imaginea fantomă. Această imagine apare acolo unde sunt zone grafice cu imagine fixă, ca în tabela de afișaj din figura 6.9.



Figura 6.9. Imagine fantomă pe un afișaj cu plasmă, sursa

https://en.wikipedia.org/wiki/Plasma_display

Celula de plasmă este permanent aprinsă ceea ce duce la scăderea luminozității și la urme pe afișaj. Alte dezavantaje sunt legate de faptul că procesul de fabricație duce la încălzirea globală din cauza gazelor utilizate. Consumul de energie este mai mare decât al afișajelor LCD.

Un exemplu de Smart TV cu plasmă este dat în <http://www.techhive.com/product/470901/viera-tc-p42g25-42-inch-plasma-tv.html>, cu diagonala de 42 inch, aspect 16:9, rezoluția 1920 x 1080, contrast 5.000.000:1, rata de reîmprospătare 60/600Hz, consum 127W. Caracteristicile sunt apropiate de cele ale televizorului LCD, cu excepția consumului care este mai mare.

6.3. Afișaje electroluminiscente

O diodă LED construită sub forma unui strat dintr-un material organic care emite lumină la trecerea unui curent se numește diodă LED organică (organic light-emitting diode, OLED). Stratul organic este situat între doi electrozi, dintre care unul transparent. Pe baza acestei tehnologii au fost construite afișajele AMOLED (active-matrix organic light-emitting diode). Prinț-o matrice de comandă pot fi alimentate zone de material organic care vor emite lumină, figura 6.10.

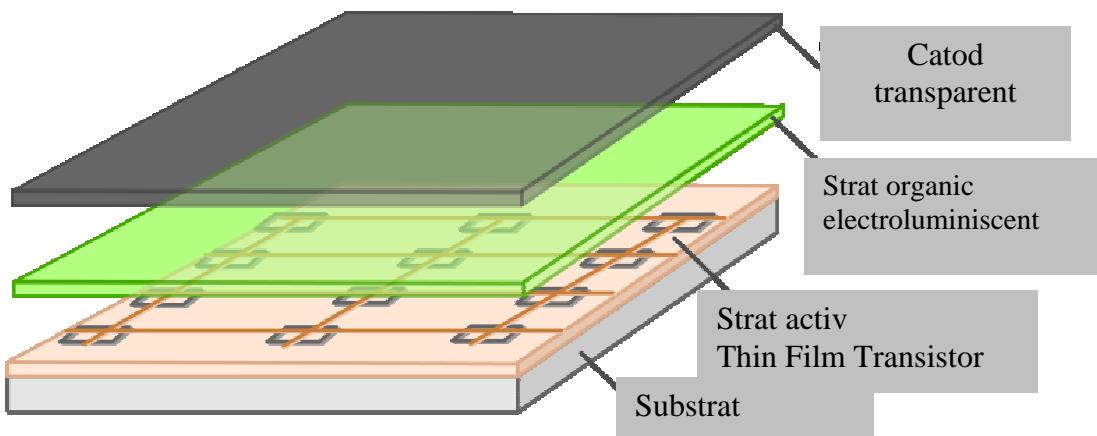


Figura 6.10. Structura afișajului AMOLED, sursa
<https://en.wikipedia.org/wiki/AMOLED>

Stratul activ format din tranzistori asigură trecerea unui curent care face ca un pixel să producă lumină. Tehnologia afișajelor AMOLED permite și fabricarea afișajelor flexibile. Afișajele AMOLED care folosesc LED-uri pentru fiecare pixel nu trebuie confundate cu afișajele LCD care folosesc LED-uri pentru iluminarea din spate. Afișajele LCD nu generează lumină, spre deosebire de afișajele AMOLED.

Câteva modele de telefoane care au afișaje AMOLED sunt date în figura 6.11.



Figura 6.11. Aplicații: telefoanele Samsung Galaxy S2 (stânga) și Samsung Galaxy Note (dreapta), sursa <https://en.wikipedia.org/wiki/AMOLED>

Afișajele OLED au pătruns și pe piața televizoarelor, astfel în figura 6.12 se poate vedea modelul LG 65EC9700 cu diagonala de 65”. Afișajul OLED permite ca ecranul să fie curb. Prețul acestor aparate este deocamdată mare.



Figura 6.12. Televizor OLED, sursa <http://www.lg.com/us/tvs/lg-65EC9700-oled-tv>

Afișarea AMOLED color este realizată ca și la afișajele LCD și la cele cu plasmă prin subpixeli în culorile fundamentale RGB care formează un pixel.

Forma subpixelilor RGB este dată în figura 6.13.

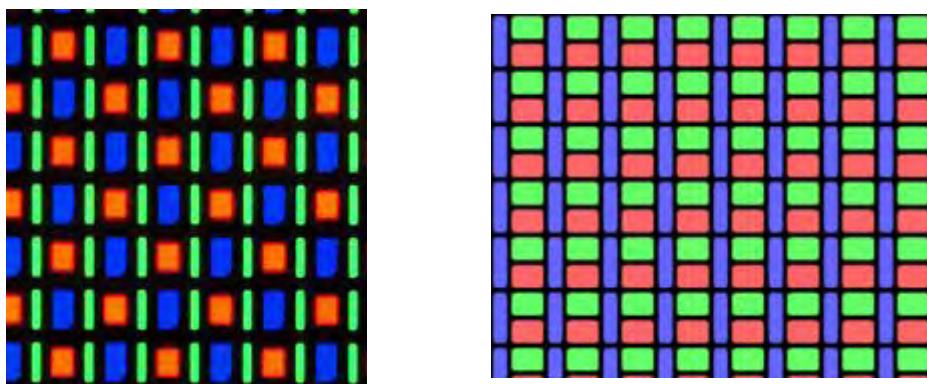


Figura 6.13. Formarea culorii unui pixel prin subpixeli, la telefoanele smart Nexus One (stânga) și Galaxy Note II (dreapta), sursa
<https://en.wikipedia.org/wiki/AMOLED>

Aranjarea și structura subpixelilor este realizată astfel încât să se obțină suprafața minimă ocupată pe afișaj, profitând de particularitățile vederii prin ochiul uman. Mai multe detalii sunt la https://en.wikipedia.org/wiki/PenTile_matrix_family

6.4. Proiectoare LCD

Proiectoarul LCD a fost inventat de studentul Gene Dolgoff la New York în 1984 care a avut de găsit soluții la realizarea unei surse de lumină puternică și a unui panou LCD transparent pentru modularea luminii. Câteva dintre caracteristicile mai importante ale proiectoarelor LCD sunt:

- Luminozitatea este între 1500 și 15000 lumeni
- Contrastul poate ajunge până la 70.000:1, valori tipice fiind 10.000:1
- Rezoluția nativă, 800x600, 1024x768, 1280x800, 1400x1050, 1600x1200, 1920x1200. Dacă un proiectoar are o anumită rezoluție nativă, el poate reda și imagini de rezoluție mai mare (dar nu orice rezoluție), printr-o conversie internă.

Dezavantajul major al proiectoarelor LCD este prețul mare al becului (Metal Halide) și durata de viață destul de scurtă. Au apărut recent proiectoare cu LED-uri, care asigură o luminozitate și contrast mai mici. De exemplu modelul cu LED ASUS P2E, WXGA, asigură o luminozitate de 350 lumeni și un contrast de 3500:1, dar dimensiunile și consumul sunt mult reduse. Durata lămpii este de 30.000 ore față de 5.000 de ore durata unei lămpi la proiectoarul Epson EB-S18, SVGA, 3LCD, 3000 lumeni și contrast 10.000:1.

Structura unui proiectoare LCD este dată în figura 6.14. Lumina este generată de un bec puternic, apoi este polarizată, oglinziile semitransparente realizând descompunerea luminii în cele 3 componente de culoare fundamentale R, G, B. Fiecare culoare trece printr-un LCD transparent pe care sunt afişați pixelii din culoarea respectivă. Culoile recombină lumina albă printr-o prismă polarizată.

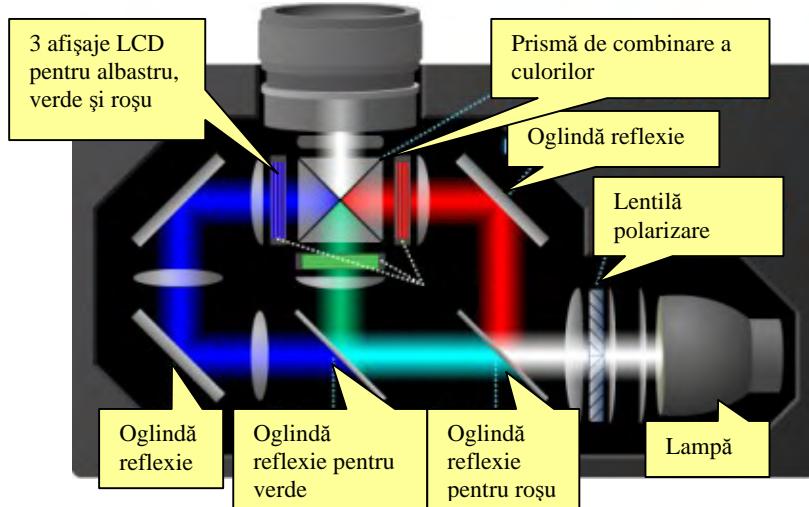


Figura 6.14. Structura unui proiectoare LCD, sursa <https://www.nitto-optical.co.jp/english/feature/projector.html>

Un alt tip de proiectoare este proiectoarele DLP (Digital Light Processing). Aceste tipuri de proiectoare au fost dezvoltate de Larry Hornbeck de la Texas Instruments în 1987. Elementul principal al proiectoarelor DLP este un circuit numit Digital Micromirror Device (DMD) care conține oglinzi integrate pentru fiecare pixel (punct) al imaginii. Oglinziile își pot modifica transparența, modulând astfel lumina. Pentru proiecția imaginilor color există două variante. Prima dintre ele este descrisă în figura 6.15.

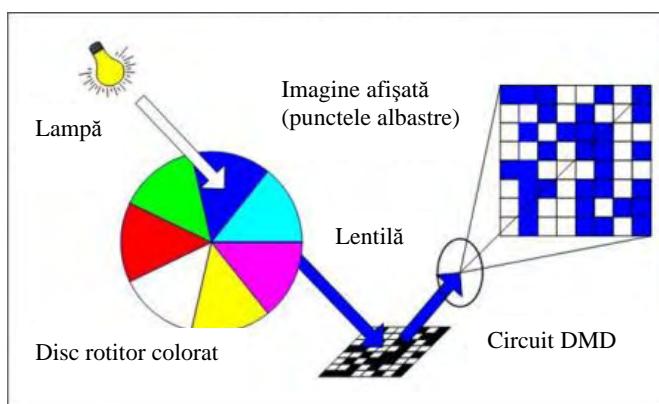


Figura 6.15. Obținerea imaginii color la proiectoarele DLP cu un singur chip DMD
sursa <http://www.3dprojectortips.com/tag/dlp-video-projectors/>

Circuitul DMD este iluminat pe rând cu culori obținute prin rotirea unui disc semitransparent. Circuitul este sincronizat cu rotirea discului astfel încât afișează punctele corespunzătoare fiecărei culori în momentul în care aceasta trece prin discul rotitor. Lumina reflectată este proiectată, rotirea rapidă a discului realizează amestecul culorilor astfel încât ochiul percepse culorile uniform.

A doua variantă utilizează trei circuite DMD, fiecare comandă o culoare (R, G, B). Principiul este asemănător cu cel utilizat de proiecțoarele LCD, figura 6.14. Acest principiu este folosit la proiecțoarele de putere mare pentru proiecții cinematografice (sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Light_Processing).

6.5.De ce este nevoie de controlere grafice?

Un microprocesor sau un microcontroller pot compune o imagine în memoria proprie și o pot afișa. De exemplu la un filtru de cafea, la o imprimantă sau la un ceas electronic, informațiile necesare utilizatorilor pot fi afișate direct de microcontroller. Pretențiile utilizatorilor au crescut continuu, așa că imaginile au rezoluții și număr de culori din ce în ce mai mari. A apărut în timp necesitatea unor controlere specializate pentru prelucrări video. La PC-uri aceste controlere video sunt plăci care se conectează pe placa de bază, un exemplu fiind dat în figura 6.16 stânga. Aceste plăci conțin un circuit integrat specializat, memorie și sisteme de răcire. La afișajele cu rezoluții mai mici, cum ar fi de exemplu telefoanele mobile sau televizoarele și monitoarele din mașini, controllerul video este un circuit integrat cu memorie încorporată și se conectează direct cu microcontrollerul sau procesorul gazdă, figura 6.16 dreapta.



Figura 6.16. Placă video pentru PC (stânga) sursa <http://news.techgenie.com/latest/how-to-disable-the-on-boardintegrated-video-cards/> și controllerul video nVIDIA Tegra 3 pentru telefoane mobile, (dreapta), sursa <http://tech.firstpost.com/news-analysis/all-you-need-to-know-about-mobile-phone-chipsets-27704.html>

Controllere-le video numite GPU (Graphic Processing Unit) asigură afişarea imaginii pe mai multe nivele, din care sunt vizibile pe ecran unul sau mai multe nivele. Nivelele pot fi transparente prin activarea sistemului *alpha blending*. Transparența unui nivel poate fi comandată de pixelii corespondenți din alt nivel, obținându-se o imagine cu transparență variabilă. Prințipiu afișării pe 6 nivele este prezentat în figura 6.17:

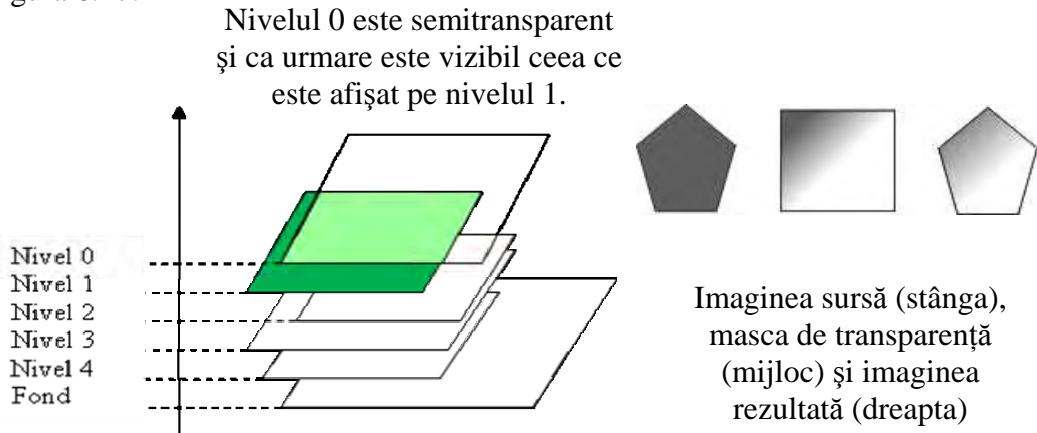


Figura 6.17. Afișarea pe mai multe nivele și gestionarea transparenței

Afișarea pe mai multe nivele este utilă dacă de exemplu se dorește reprezentarea unui cursor peste o imagine fixă sau se pot pregăti cadre de imagine în timp ce o imagine este afișată pentru a face afișarea mai rapidă și pentru a elimina sacadarea imaginii.

Se pot genera imagini cu transparență variabilă. În figura 6.17 dreapta o imaginea sursă este un poligon iar masca dreptunghiulară de transparență are un anumit gradient de modificare a transparenței. După aplicarea măștii, imaginea rezultată este un poligon cu gradient de transparență. O aplicație realizată cu controllere-le GPU Fujitsu, figura 6.18 arată o imagine GPS afișată la bordul unui autoturism în care umbrele, cursorul și harta GPS sunt afișate pe trei nivele diferite.

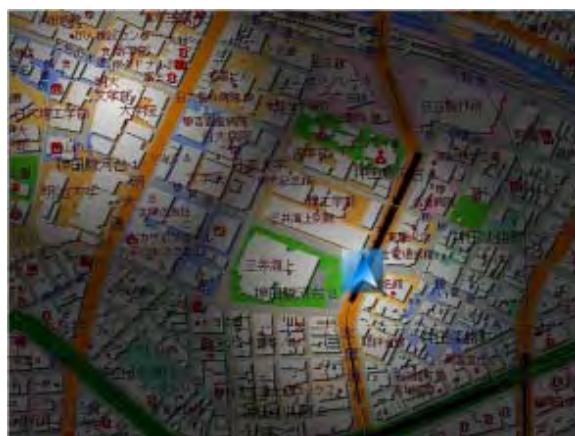


Figura 6.18. Imagine GPS afișată pe trei nivele, sursa Fujitsu

Imaginile afișate pot fi imagini preluate de camere de luat vederi sau pot fi imagini generate de calculator. Imaginile generate de calculator pot fi create pixel cu pixel, dar capacitatea de calcul necesară este mare. De aceea procesul de reprezentare al unui obiect este compus din mai multe faze succesive:

1. Obiectul este descompus în elemente numite primitive 3D. Fiecare primitivă este tratată separat. Fiecare primitivă 3D este descompusă în fațete poligonale (în triunghiuri) care sunt numite primitive 2D, figura 6.19;
2. Se introduce coordonata z care reprezintă depărtarea unui punct față de observator și în funcție de care se ascund liniile din spate, invizibile observatorului;
3. Se atribuie culori fiecărui triunghi în funcție de orientarea sa față de sursele de lumină;
4. Texturarea înseamnă aplicarea unui desen periodic pe fiecare primitivă a obiectului cu scopul de a sugera materialul și natura obiectului.



Figura 6.19. Descompunerea unei imagini în primitive (triunghiuri) și atribuirea de culori în funcție de orientarea față de sursele de lumină, sursa

<http://lovevibe.blogspot.ro/2009/10/triangle.html>

Prin aceste reprezentări se înlocuiește trimitera de către procesor a informației de poziție și de culoare pentru fiecare pixel cu informații privind coordonatele suprafetei care se desenează și textura ei. Astfel o imagine dintr-un joc se poate obține mai rapid din triunghiuri cu textura de sol, cer, piatră etc. Desigur că toate informațiile privind texturile, culorile, nivelele etc. trebuie memorate în memoria controllerului video. O schemă bloc de conectare a unui controller video cu un microcontroller pe 32 de biți care poate gestiona cu viteza mare o cantitate mare de informații este dată în figura 6.20.

Microcontrollerul poate genera o imagine pixel cu pixel și poate transmite prin DMA controllerului video pe magistrala de date de 32 de biți, ceea ce generează un trafic mare de date. O altă variantă este ca microcontrollerul să transmită instrucțiuni

controllerului video privitoare la structura imaginii (poziții ale primitelor, culori, texturi, nivel de afișare) și astfel traficul de date este mai mic și generarea imaginii este mai rapidă.

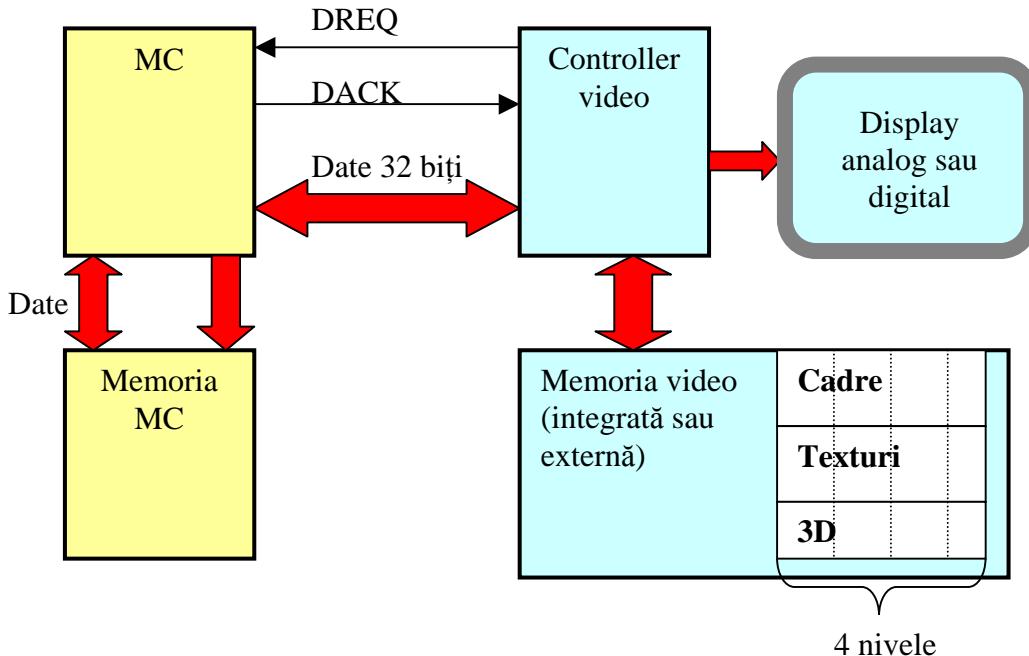


Figura 6.20. Schema bloc a conectării unui controller video cu un microcontroller

Programele care modifică o imagine în timp real sau la postprocesare se numesc *shader* (umbrire) (<https://en.wikipedia.org/wiki/Shader>). Conceptul a fost introdus de Pixar în 1988 (cu Steve Jobs la conducere în acel moment) și este folosit pentru adăugarea unor corecții sau efecte speciale în imaginile afișate. Primele controlere grafice puteau modifica o imagine la nivel de pixel (pixel shading) dar s-a trecut apoi la modificarea unor zone de imagine (vertex shading). Imaginile pot fi prelucrate după ce au fost preluate sau generate (postprocesare) dar anumite modificări se pot realiza în timp real de către controller-ul video. Câteva exemple de modificări ale imaginii de care sunt capabile toate circuitele GPU, cum ar fi cea datorită caracteristicii gama sau antialierea sunt menționate pe scurt în alineatele următoare.

Majoritatea monitoarelor au o relație neliniară între valoarea semnalului de intrare și luminozitate. Această relație neliniară se numește caracteristică gamma. Pași egali în luminozitatea codată în semnalul de intrare nu corespund la pași egali în luminozitatea imaginii. Negru (luminozitate 0) și alb (luminozitate 1) nu sunt afectate de caracteristica gamma. De exemplu la un tub cinescop clasic un semnal video cu luminozitatea 0,5 este afișat cu luminozitatea de 0,21. Pentru a compensa acest efect se realizează corecția gamma care înseamnă modificarea luminozității semnalului video astfel încât să fie afișate nuanțele corecte. În general fiecare culoare R, G și B

au nevoie de factori gamma de corecție diferenți. Un exemplu este prezentat în figura 6.21. Transmisia imaginii cu gamma 1, adică fără corecție duce la o afișare prea întunecată a imaginii (sus). O corecție gamma 2,2 (jos) duce la percepția corectă a culorilor imaginii.

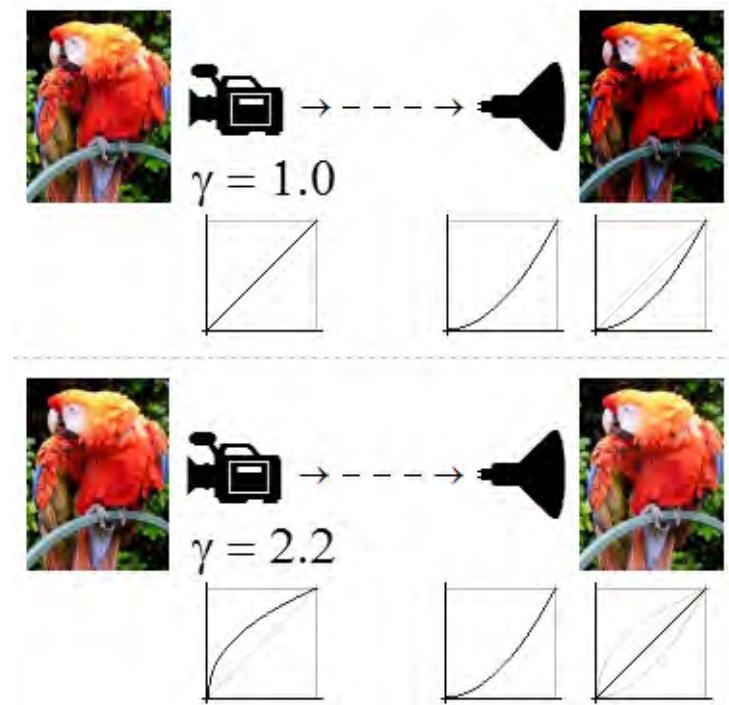


Figura 6.21. Caracteristica gamma, sursa <http://threadlocalmutex.com/?p=93>

Antialierea este folosită pentru a reduce efectul de scară al linilor desenate cu o anumită rezoluție și se aplică la marginea unei linii sau a unui obiect desenat, figura 6.22 stânga. Antialierea se realizează prin supraesantionarea virtuală, adică mărirea de 2 ori în ambele dimensiuni a rezoluției. Imaginea este reconvertită la rezoluția normală prin medierea valorii pixelilor de la margine, figura 6.22 dreapta.

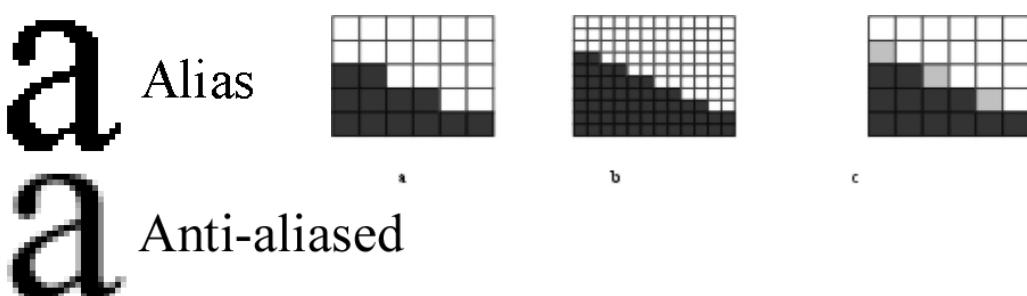


Figura 6.22. Antialierea, sursa
<http://www.snowbound.com/resources/techtips/manipulate/using-aliasinganti-aliasing-tool-enhance-display-your-images>

În figura 6.22 dreapta se poate observa efectul de scară al liniei oblice la nivel de pixel (a). Prin supraesantionare se obține structura din figura b, iar medierea valorii pixelilor de la margine are ca rezultat ca acolo unde se află 2 pixeli negri și 2 albi mecanismul de antialiere să genereze un pixel gri (c).

O altă sarcină a controllerelor video care trebuie amintită este stocarea informației de afișat într-o memorie video RAM. Această informație a fost transmisă de procesorul gazdă sau a fost generată de controller și este stocată în memoria integrată în controllerul video sau în memoria de pe placa video. Spațiul de culoare al memoriei video se numește spațiu logic de culoare. Monitoarele pe care se afișează imaginea pot avea adâncimi de culoare (număr de culori care pot fi afișate) diferite de cele definite în spațiul logic, de aceea spațiul afișabil se numește spațiu fizic de culoare. Între spațiul logic de culoare și cel fizic informația de afișat poate fi corectată sau modificată, în spațiul intermediar de culoare, figura 6.23:

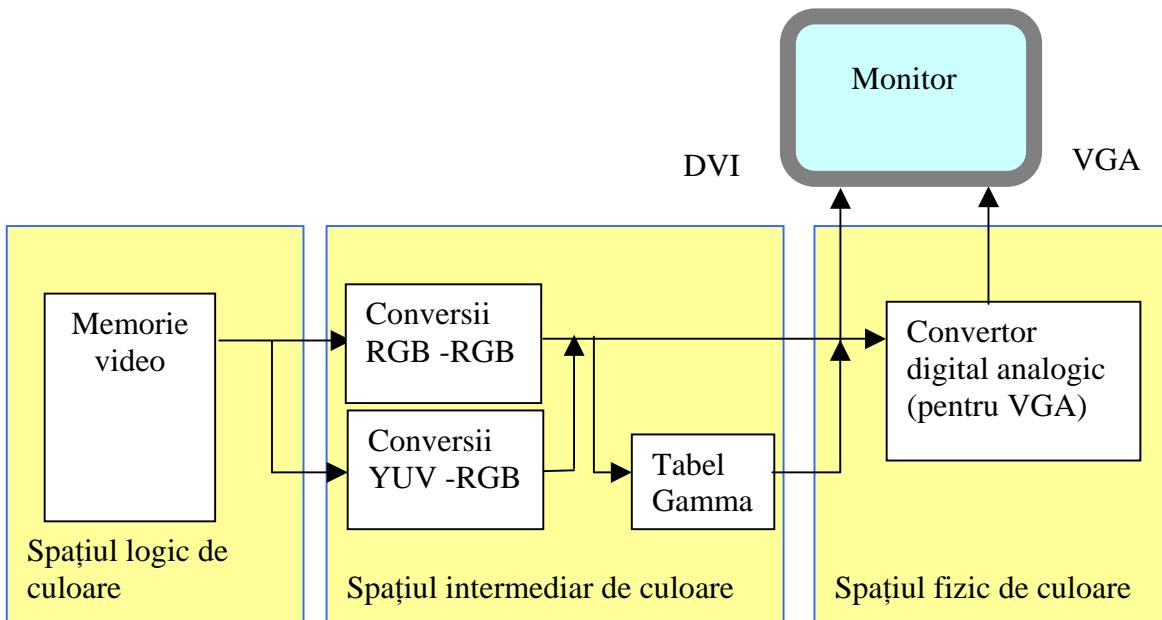
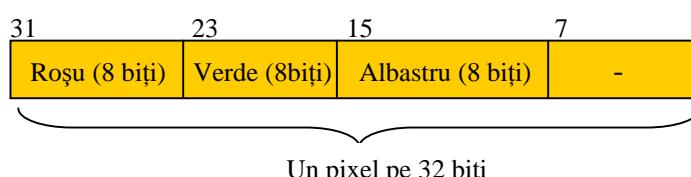


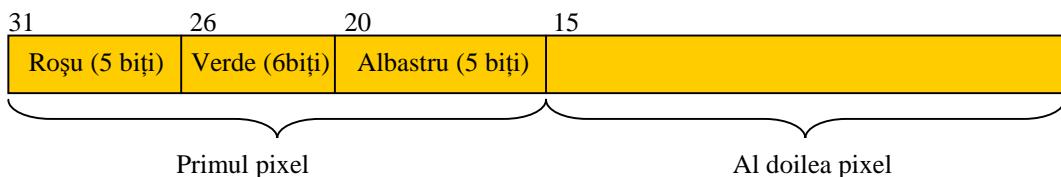
Figura 6.23. Spațiile de culoare: logic, intermediar și fizic

În GPU un pixel se stochează în memoria video RAM cu diferite formate, alocându-se 8, 16, 24 sau 32 de biți pentru un pixel. Formatul de culoare poate fi diferit pentru nivele (plane) diferite. Formate de stocare în memoria video sunt de exemplu:

1. Format RGB 888, 8 biți /culoare (24 de biți /punct= 2^{24} nuanțe /punct)



2. Format RGB 565 (5 biți pentru roșu, 6 biți pentru verde, 5 biți pentru albastru adică 2^{16} nuanțe / punct). Se poate vedea că acest format gestionează mai bine memoria video pentru că nu rămân ca în cazul anterior 8 biți nefolosiți.



3. Format YUV, luminanță / crominanță. YUV este un standard de reprezentare a culorilor care ia în considerare percepția culorilor de către ochiul uman și asigură astfel o mai bună compactare a datelor (<https://en.wikipedia.org/wiki/YUV>). Acest standard este utilizat în anumite sisteme de televiziune și camere care preiau imagini. YUV are ca și RGB mai multe variante de codificare a componentelor luminanță și crominanță cu un anumit număr de biți.

În spațiul intermediar de culoare informația stocată în memorie în format YUV poate fi convertită în RGB pentru reprezentarea pe un monitor RGB, este asigurată corecția gamma dacă este necesară și se pot face modificări de adâncime de culoare. De exemplu dacă informația video este stocată în memorie sub forma RGB 888 și monitorul este programat să redea în format RGB 565, atunci din informația R se elimină 3 biți mai puțin semnificativi, din G se elimină 2 biți și din B 3 biți. Dacă informația stocată este RGB 565 și cea a monitorului RGB 888 atunci în spațiul intermediar de culoare se pot adăuga biți prin interpolare pentru a reda cât mai aproape de realitate culorile. Se pot astfel colora imagini alb negru.

O întrebare pe care și-o pun mulți studenți pasionați de jocuri este cum se programează controllerele grafice. Așa cum microcontrollerele se programează cu ajutorul sistemelor de dezvoltare există sisteme de dezvoltare și pentru controllerele video. În figura 6.24 este prezentat un astfel de sistem de dezvoltare.



Figura 6.24. Sistem de dezvoltare pentru controlere video, sursa <http://www.design-reuse.com/news/30305/xylon-2d-3d-gpu-avnet-zedboard-development-kit.html>

Mai multe detalii despre noțiunile parcurse în capitolul 6 pot fi găsite în [15.Bibliografie](#), [27].

7.Imprimarea

7.1.Imprimarea: istoric, caracteristici, imprimarea color

Imprimanta este un echipament periferic care reproduce un text sau o imagine pe un suport fizic, de regulă hârtie dar și pe folie transparentă, folie adezivă sau diferite obiecte. În momentul actual se produc imprimante de foarte multe tipuri, cu o diversitate mare de principii constructive, dimensiuni, facilități și performanțe.

Imprimantele pot fi atașate local de un calculator, în trecut printr-o interfață paralelă iar acum de regulă prin interfața USB. Imprimanta poate fi comună într-o rețea fiind numită imprimantă de rețea. În acest caz imprimantele sunt echipate cu interfețe de rețea. În prezent se produc mai mult multifuncționale, echipamente care conțin imprimantă, scanner și eventual fax, care pot realiza copierea de documente fără intervenția calculatorului. Unele tipuri de imprimante conțin interfețe și software pentru imprimarea directă de pe carduri, stick-uri USB, scannere sau apărate foto.

Se consideră că prima imprimantă a fost concepută de Charles Babbage în 1822, componentă a unui calculator mecanic bazat pe diferențe finite, descris în capitolul 1. Primele imprimante moderne au fost imprimantele cu impact. Acestea se clasifică în:

1. Cu bilă cu caractere, la care pe o bilă metalică sunt turnate în relief caracterele, figura 7.1. stânga. Bila este rotită astfel ca un caracter de imprimat să fie adus în fața hârtiei. Bila este apoi presată pe hârtie, între bilă și hârtie fiind o panglică cu tuș și astfel apare pe hârtie forma caracterului.
2. Cu margareta, în care caracterele erau poziționate în relief pe "petalele" unei margarete, figura 7.1. dreapta. Un sistem de poziționare aduce petala dorită în dreptul unui ciocanel. Acesta este un sistem de acționare electromagnetic care presează o petală pe hârtie, între ele fiind o panglică cu tuș.
3. Matricială cu ace, la care caracterele sunt imprimate matricial prin puncte, cu un cap de imprimare care conține 9 sau 24 de ace, figura 7.2. Formarea matricială este asemănătoare cu cea de la afișajele video descrisă în capitolul 6.



Figura 7.1. Bilă cu caractere (stânga) și margareta (dreapta), sursa

[https://en.wikipedia.org/wiki/Printer_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Printer_(computing))

ystem where a
ld allow us t.
mercial supplier.



Figura 7.2. Formarea matricială a caracterului (stânga) și un cap de imprimare cu ace (dreapta), Sursa [https://en.wikipedia.org/wiki/Printer_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Printer_(computing)) și <http://pixcooler.com/dot+matrix+printer+parts+name>

Avantajele imprimantelor cu impact sunt viteza mare de imprimare, pot să imprime copii multiple pe foi autocopiante, asigură cel mai mic cost pe pagina imprimată, pot să asigure mod grafic sau mod caracter, consumabilul (panglica tușată nu cedează brusc), fiabilitate mare, costuri mici cu consumabilele. Dezavantajele sunt zgomotul la imprimare, iar grafica are rezoluție mică și calitate slabă.

Principalele caracteristici ale imprimantelor sunt:

- Viteza de imprimare**, dată în pagini/minut (ppm). Valori uzuale între 10ppm la o imprimantă cu jet Canon S800 și 45ppm la HP Laserjet P4014N. De regulă, la imprimantele laser prima pagină este imprimată mai încet deoarece se aşteaptă încălzirea cuporului.
- Calitatea imprimării** este dată în principal prin rezoluție. Rezoluția este numărul de puncte imprimate pe unitatea de lungime și se măsoară în dpi (puncte / inch). De regulă valori uzuale sunt 300, 600, 1200dpi. De exemplu imprimanta Laser Xerox Phaser™ 4510 asigură 1200dpi la o viteză de 45ppm. O imprimantă cu jet de cerneală (Canon Pixma) asigură o rezoluție de 9600x2400 dpi.
- Nivelul sonor al zgomotului**, este de circa 50-60dB la o imprimantă laser în timpul imprimării și poate ajunge la 70dB la o imprimantă cu impact cu ace.
- Costul imprimării**, în care intră costul imprimantei și costul consumabilelor pentru o pagină imprimată, aspecte la care se va reveni la finalul acestui capitol.

Imprimarea color se realizează prin modelul subtractiv CMYK de la Cyan, Magenta, Yellow, Key Black. Modelul este subtractiv deoarece redă o imagine prin reflexie, nu prin transmisie și fiecare componentă de culoare micșorează strălucirea albului. La un

monitor lipşa tuturor culorilor înseamnă negru, iar la imprimare lipşa tuturor culorilor înseamnă alb, figura 7.3..

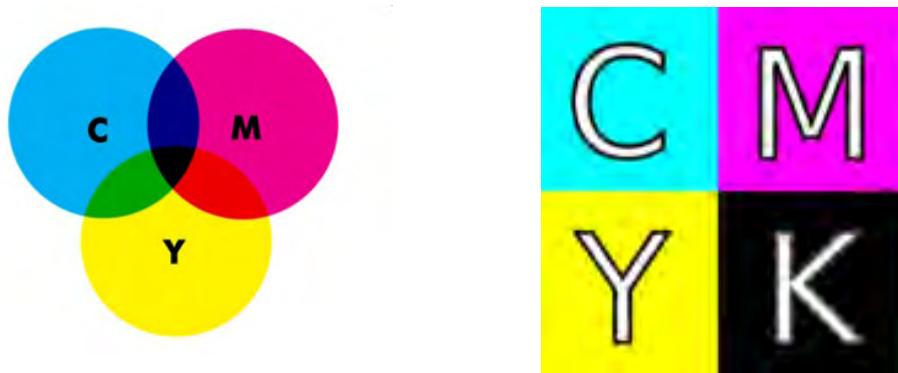


Figura 7.3. Modelul substractiv CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Key Black), sursa
https://en.wikipedia.org/wiki/CMYK_color_model

Prin combinația C, M și Y se poate obține negru, dar este nesaturat, aşa încât este adăugat K. Intensitatea fiecărei culori este dată în procente, 100% însemnând intensitate maximă.

Pentru a obține o culoare nesaturată se folosesc puncte mici care de la depărtare dau impresia de culoare constantă. Pentru cele 4 culori fundamentale se folosesc unghiuri diferite pentru acoperire, figura 7.4..

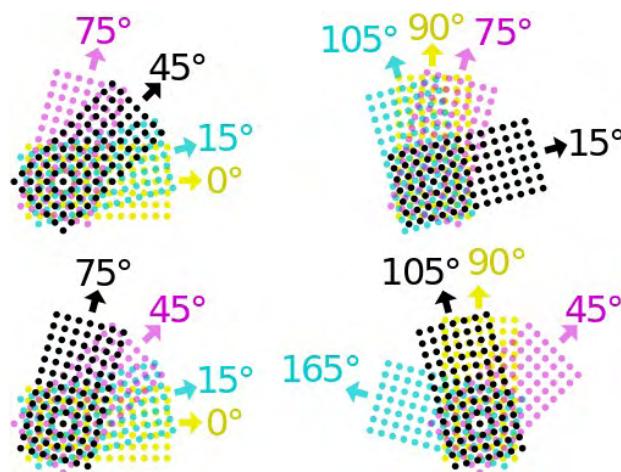


Figura 7.4. Obținerea culorilor nesaturate prin puncte, sursa
https://en.wikipedia.org/wiki/CMYK_color_model

Între sistemul de afișare color pe monitoare (RGB) și CMYK conversia este dificilă și nu este exactă, de aceea pot apărea diferențe de nuanțe. Se pot realiza etalonări ale imaginii pe monitor cu dispozitive de analiză a culorii.

Utilizarea culorii negre K are ca efect micșorarea consumului din culorile C, M, Y, și îmbunătățirea calității imaginii. Imaginea color din figura 7.5 (stânga) a fost descompusă în CMY (mijloc), apoi în CMYK (dreapta) pentru a pune în evidență economia de consumabil.



Figura 7.5. Economia de consumabil obținută prin introducerea componentei K (negru), sursa https://en.wikipedia.org/wiki/CMYK_color_model

Pentru mărirea calității imprimării foto la imprimantele inkjet se folosește sistemul CcMmYK cu 6 culori, cele în plus fiind Cyan deschis și Magenta deschis. Ochiul este mai puțin sensibil la galben, așa că lipsește Y deschis. Avantajul este la nuanțe deschise de culoare unde punctele cu cerneală CMY pot să fie vizibil în mod neplăcut. În figura 7.6. se poate vedea imprimată aceeași imagine cu o imprimantă cu jet CMYK și una CcMmYK.



Figura 7.6. Aceeași imagine imprimată cu o imprimantă cu jet CMYK și una CcMmYK, sursa https://en.wikipedia.org/wiki/CcMmYK_color_model

Pentru crearea unei imagini de imprimat se utilizează două metode de imprimare:

1. Grafică, în care de exemplu litera A se poate imprima de exemplu printr-o matrice de 8 linii și 7 coloane, figura 7.7. stânga. În acest mod trebuie transferată o informație de 7 octeți. În prezent acesta este modul cel mai utilizat de creare a imaginii de imprimat.

2. Modul caracter în care se trimit doar codul ASCII al caracterului, deci doar un octet, ceea ce înseamnă un trafic de informație de 7 ori mai mic. În acest mod nu se pot imprima decât caractere. Modul caracter a fost folosit la imprimantele mai vechi, cuplate la sisteme cu mod de operare DOS. Acest mod nu mai este implementat pe imprimantele noi, fiind utilizat doar acolo unde este nevoie de imprimare text la viteza mare- servicii de contabilitate, imprimare biletelor de tren (la care grafica este realizată pe hârtia pe care se imprimă), informații de mers al trenurilor etc. Modul de lucru în regim caracter sau grafic este principal identic pentru imprimare și pentru afișarea pe monitor.

Imprimarea în mod caracter are la bază o memorie EEPROM adresată de codul ASCII al caracterului și de numărătorul de coloane. Fiecare bit de date de ieșire acționează scrierea unui punct pe coloană, figura 7.7 dreapta. Acest mod de scriere este ușor de

înțeles la imprimantele cu ace și la cele cu jet de cerneală. Presupunem că un cap de scriere are 7 ace sau 7 orificii pentru cerneală dispuse vertical care imprimă câte o coloană la fiecare pas.

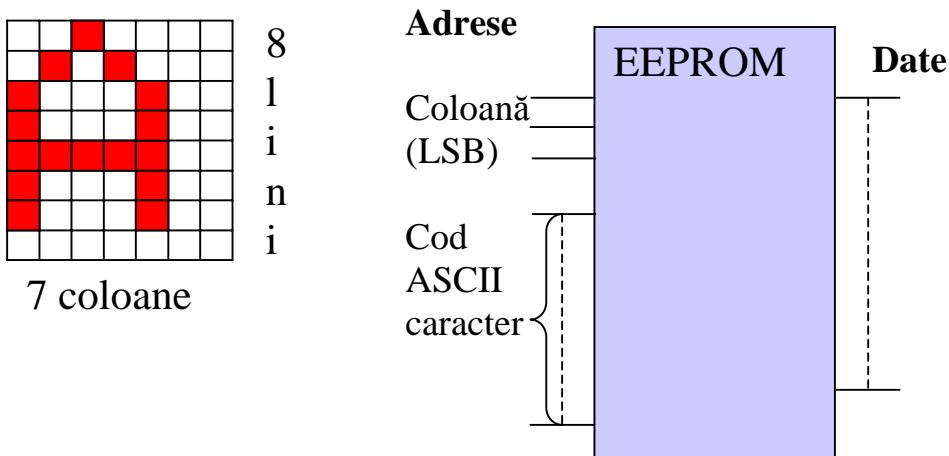


Figura 7.7. Generarea matricială a unui caracter de imprimat

Apariția unor imprimante color performante a dus la posibilitatea falsificării bancnotelor. Guvernul SUA împreună cu producătorii de imprimante au inițiat un program de urmărire a falsificatorilor prin imprimarea pe pagină a unui cod aproape invizibil care identifică fiecare imprimantă, figura 7.8 stânga. Grupul Electronic Frontier Foundation se opune acestei inițiative pentru că se încalcă dreptul la intimitate al persoanei. De asemenea pentru a evita falsificarea bancnotelor programul de editare imagini Adobe PhotoShop recunoaște imaginea bancnotelor și nu permite listarea, figura 7.8 dreapta.

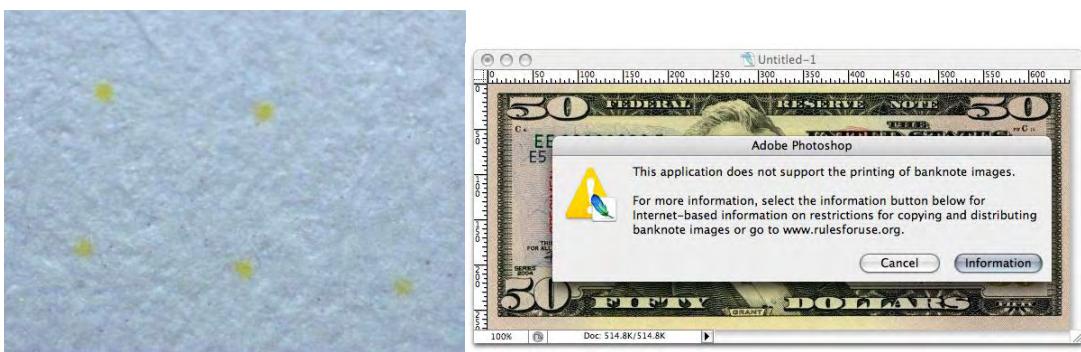


Figura 7.8. Imprimarea unui cod pe copia imprimată (stânga), sursa https://gingoandorthlaw.wordpress.com/2010/07/25/mers_my-eyes-read-spots/ și un mesaj de eroare la prelucrarea imaginii unei bancnote (dreapta), sursa http://mezzoblue.com/archives/2006/07/25/faking_it/

7.2. Imprimarea electrofotografică

Imprimantele electrofotografice (laser sau LED) sunt, alături de imprimantele cu jet de cerneală cel mai des întâlnite imprimante. Fascicolul Laser sau o matrice de diode LED produc descărcări punctiforme ale suprafeței încărcate electric negativ a unui cilindru pentru ca acesta să poată acumula particule de toner încărcat cu sarcină negativă. Astfel se “desenează” pe cilindru o imagine virtuală care va fi transpusă pe hârtie, figura 7.9.

Cilindrul este încărcat negativ cu un fir sau un tambur (rolă) de încărcare. Fascicolul laser desenează macheta imaginii prin descărcarea electrostatică a punctelor pe cilindru. Zonele neutralizate atrag tonerul (consumabil) care se acumulează pe cilindru pentru transferul ulterior pe hârtie. Hârtia, încărcată pozitiv atrage tonerul de pe cilindru și astfel imaginea este transferată pe hârtie. Hârtia cu tonerul depus este trecută printr-un cupor unde tonerul este topit și este fixat definitiv pe hârtie. O lamelă de curățare elimină tonerul rezidual rămas după transferul pe hârtie care este stocat într-un recipient de recuperare.

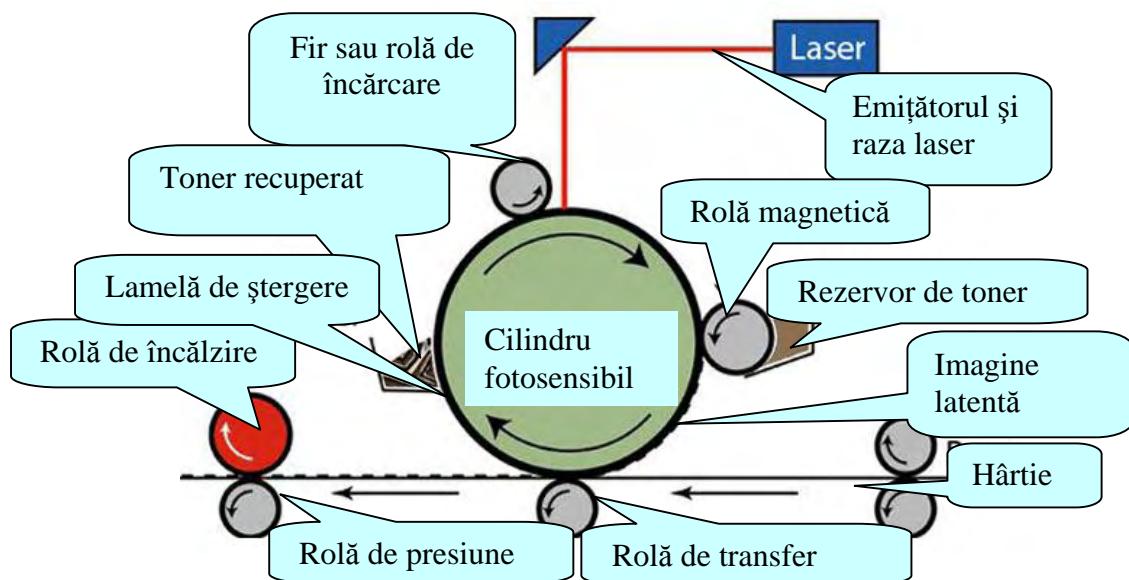


Figura 7.9. Principiul de imprimare electrofotografic, sursa <http://dimasio.com/how-it-all-began-the-history-of-laser-printing-part-3.html>

Cilindrul fotosensibil este acoperit cu substanțe organice (de exemplu polivinilcarbazol). El este încărcat cu o rolă sau fir dispus paralel cu cilindrul la tensiuni de sute V (-750V la IBM 3800). În punctele descărcate de raza laser potențialul ajunge la -200V.

Tonerul este un amestec de colorant cu granule mici (zeci μm) și particule magnetice acoperite cu teflon (sute de μm). Particulele sunt reținute de rola magnetică care

atrage particulele magnetice. În porțiunile descărcate de raza laser forța de atracție a cilindrului depășește forța de reținere a tonerului de către rolă magnetică și tonerul se depune pe cilindru. Hârtia încărcată pozitiv atrage tonerul de pe cilindrul încărcat negativ. Fixarea imaginii se face prin încălzire la 120-165 grade Celsius și presarea cu o forță de 3-10daN/cm².

Emițătorul laser este o diodă semiconductoare. Dispozitivul de baleiere se numește scanner și are la bază o oglindă poligonală, figura 7.10. Mecanica complicată este compensată de faptul că raza laser are inerție mică și viteza de baleiere poate fi mare. Modularea fasciculului laser și mișcarea oglinzii poligonale pentru a obține caracterele sunt comandate de un circuit electronic.

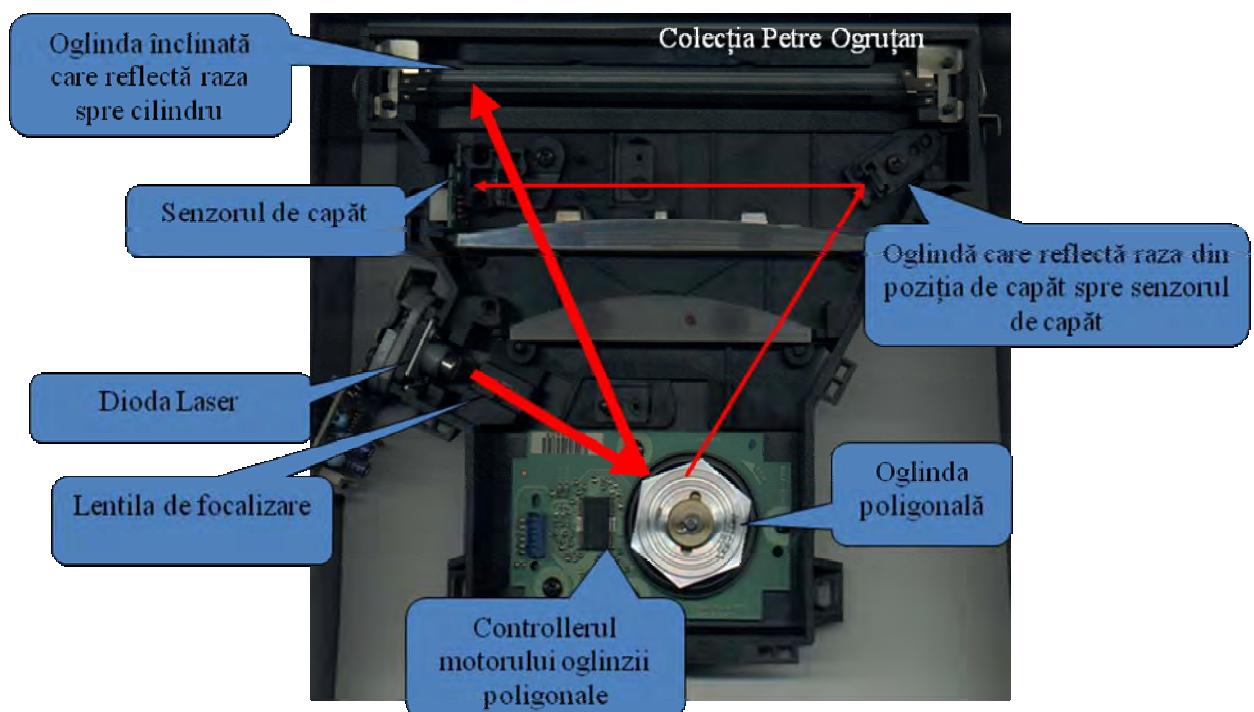


Figura 7.10. Sistemul optic al unei imprimante electrofotografice laser

Mecanica asociată baleierii razei laser se poate evita prin utilizarea metodei de imprimare LED. Metoda este asemănătoare imprimării laser iar diferența, pusă în evidență în figura 7.11, este aceea că descărcarea cilindrului fotosensibil este realizată cu o matrice de LED-uri. Eliminarea scannerului a dus la creșterea vitezei de imprimare. Chiar dacă nu este practic să se realizeze LED-uri atât de mici (600 LED-uri/inch), lumina este condusă de la LED-uri spre cilindru prin fibră optică.

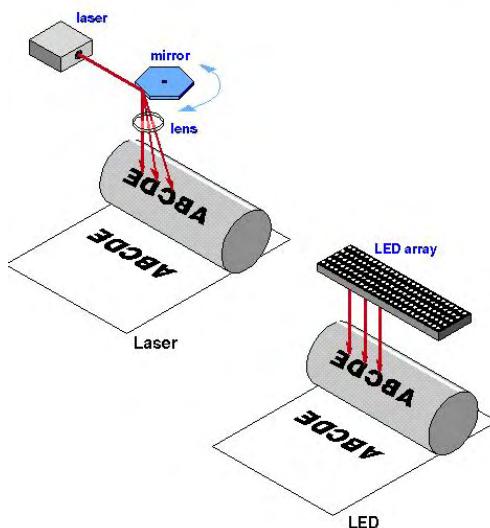


Figura 7.11. Diferența principală între imprimarea electrofotografică laser și LED,
sursa <http://www.inktechnologies.com/blog/laser-vs-led-printers/>

Imprimarea electrofotografică color este principal asemănătoare imprimării monocrom. La imprimantele electrofotografice color hârtia trece prin dreptul a patru cilindri cu toner color CMYK. Tonerul color se depune pe hârtie de pe fiecare cilindru, topirea tonerului făcându-se în cupor, figura 7.12. Depunerea se poate face pe hârtie și prin intermediul unei folii de transfer.

Hârtia trece întâi prin dreptul cilindrului și sistemului optic pentru Cyan și se poate vedea depusă partea Cyan a literei A. La fel se depune apoi Magenta, Yellow și Black.



Figura 7.12. Principiul imprimării electrofotografice color, sursa
<http://polystation.pl/uwaga-nowa-usługa-regeneracja-tonerów-do-drukarek-laserowych/drukowanie-od-a-do-z-drukarki-laserowe-5/>

La imprimantele electrofotografice o pagină de imprimat trebuie memorată în memoria imprimantei într-un format diferit de cel al datelor transmise de calculator, pentru a se putea desena imaginea latentă (virtuală) pe cilindru. Procesorul de imagine RIP preia datele de imprimat de la calculatorul gazdă într-o formă de nivel înalt, cum ar fi forma vectorială. Cele mai cunoscute standarde sunt PCL și Post Script. Imprimantele mai vechi acceptă text neformatat, mod de imprimare specific sistemului de operare DOS, care asigură imprimarea în regim caracter. Pe baza datelor de la intrare RIP formează o imagine raster sau bitmap care modulează raza Laser sau sirul LED care descarcă cilindrul.

O zonă gri dintr-o imagine este formată prin AM, adică puncte de diferite dimensiuni într-o matrice fixă sau FM- puncte de aceeași dimensiune într-o matrice variabilă care asigură o densitate variabilă de puncte.

Pentru o pagină alb negru A4 cu rezoluția de 300dpi, adică 90 000 puncte într-un inch pătrat, calculele arată că este nevoie de minimum 1MB de memorie. Pentru aceeași pagină color este nevoie de minimum 4MB de memorie.

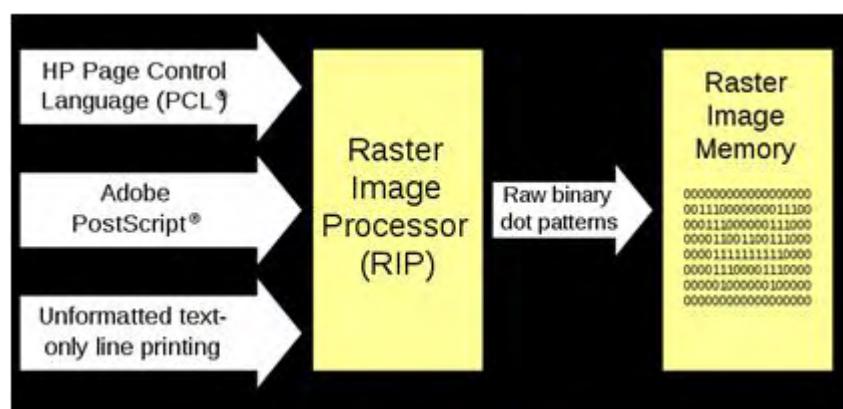


Figura 7.13. Formarea imaginii de imprimat la imprimantele electrofotografice, sursa https://en.wiki2.org/wiki/Raster_image_processor

Un avantaj al imprimantelor electrofotografice este faptul că imaginea nu este afectată de umezeală și este mult mai rezistentă în timp decât un print realizat cu o imprimată cu jet de cerneală. Costul unei imprimante Laser este sensibil mai mare decât al unei imprimante cu jet.

7.3. Imprimarea cu jet de cerneală

Primele imprimante cu jet de cerneală au apărut în anii 1950, dar s-au răspândit doar după 1970. Cei mai importanți producători sunt HP, Epson, Canon și Lexmark.

Tehnologiile de realizare a imprimării sunt:

-cu jet continuu (CIJ)

-cu picături comandate (DOD, Drop On Demand) care pot fi comandate termic sau piezoelectric.

Variantele de imprimante cu jet acoperă o gamă largă, de la imprimantele personale până la cele profesionale. Gama de prețuri la firma HP pentru imprimante cu jet de cerneală în 2015 era de la 35 (format A4) până la 5500 lire (GBP) (format A0), <http://store.hp.com/UKStore/Merch>List.aspx?sel=PRN>.

La imprimarea cu jet continuu, figura 7.14, o pompă trimite cerneala în capul de scriere cu presiune mare. Cerneala ieșe într-un jet continuu printr-o duză (un orificiu aflat la capătul unui recipient folosit pentru a controla presiunea unui lichid sau gaz, numit în românește și diuză și nozzle în engleză). Un cristal piezoelectric creează o undă acustică și prin vibrația structurii de imprimare jetul continuu este fragmentat în picături. Se realizează 64000-165000 picături pe secundă. Picăturile sunt încărcate electric de electrozi de încărcare electrostatică. Picăturile încărcate sunt deflectate de electrozi de deflexie pentru a asigura direcția dorită pentru imprimarea caracterului. O mică parte din picături ajung pe suportul de imprimare, majoritatea sunt reciclate.

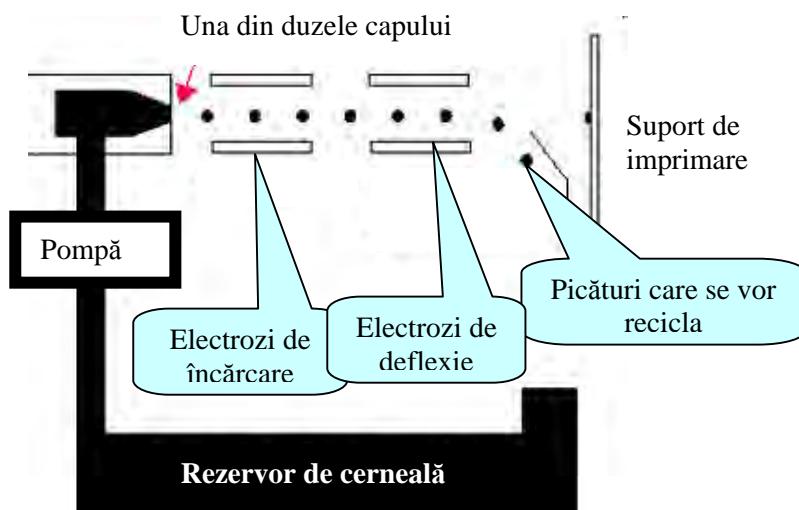


Figura 7.14. Imprimarea cu jet continuu

Acest principiu a fost primul implementat, are avantajul că viteza mare a picăturilor asigură imprimarea pe un suport situat la distanță de cap. Viteza de imprimare este mare și duzele nu se obturează prin uscarea cernelii, jetul fiind continuu. Pentru a evita uscarea cernelii între momentul ieșirii din duză și reciclare se adaugă un solvent în cerneală. Cantitatea de solvent este mică, ca urmare uscarea cernelii pe suport este rapidă.

Imprimarea termică cu cerneală cu picături comandate a fost realizată prima dată de Canon și a fost numită Bubble Jet. Spre deosebire de imprimarea continuă, capul de imprimare are o structură matricială și conține un număr mare de duze. Pentru fiecare

punct din matricea pe care capul de imprimare o poate imprimă simultan este realizată o cameră cu duză. Camera poate fi încălzită rapid cu un rezistor realizat prin fotolitografie. Prin încălzire cerneala se vaporizează, creează o presiune mare și o picătură este aruncată spre suport. După aruncarea picăturii, prin presiunea din cameră se reumple camera cu cerneală din rezervor, figura 7.15.

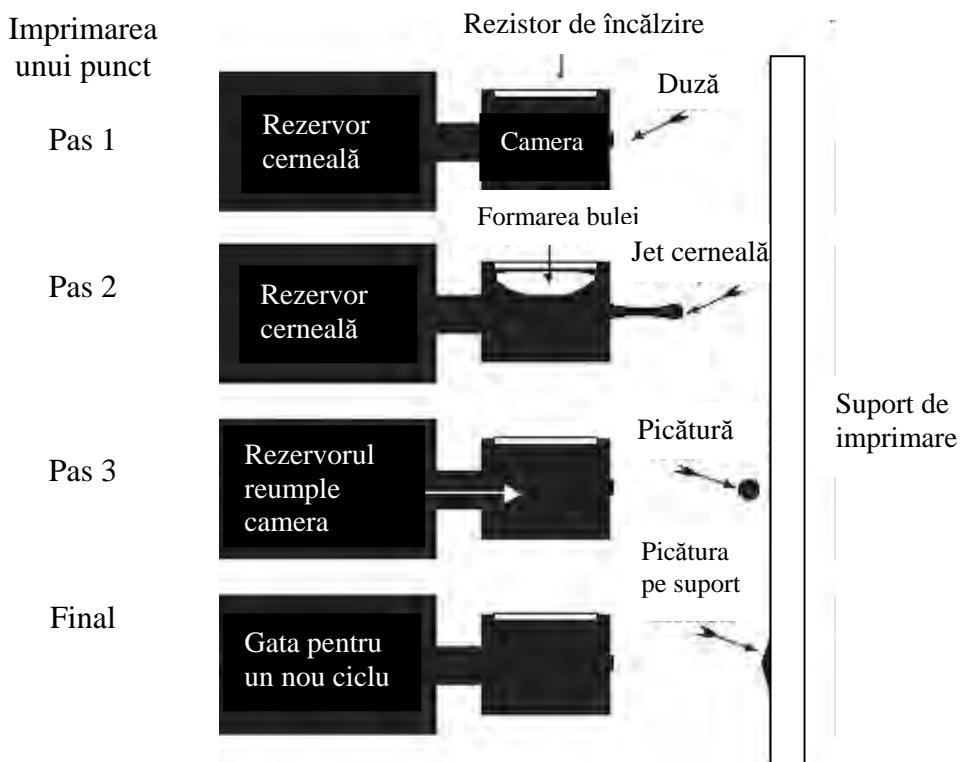


Figura 7.15. Imprimarea termică cu cerneală cu picături comandate

Cerneala este de regulă o soluție de apă cu coloranți, având solvenți pentru ca picătura să se poată forma. Avantajul acestui tip de imprimare este prețul mic al capului de imprimare.

Ca principiu imprimarea cu picături comandate piezoelectric este foarte asemănătoare cu imprimarea termică. Picătura este generată de modificarea volumului camerei cu cerneală prin comanda unui cristal piezoelectric. Cristalul constituie unul dintre pereții camerei. Imprimarea admite o gamă largă de tipuri de cerneală, solventul poate fi în cantități mai mici ceea ce permite uscarea mai rapidă pe suport. Prețul capului de imprimare este mai mare din cauza materialului din care este realizat cristalul piezo. Imprimarea color se realizează cu capete speciale care conțin culorile CMY.

În 2015 cea mai rapidă imprimantă ink jet a fost cu acest principiu de imprimare, realizând 150 de pagini color pe minut <http://www.saratogaus.com/printers/riso/>.

Capetele de imprimare pot fi, figura 7.16:

1.Fixe, care nu fac parte din consumabil ci din imprimantă (dreapta imaginii). Cerneala este stocată într-un cartuș consumabil (mijlocul imaginii). Avantajul este dat de consumabilele mai ieftine. Dezavantajul este că la uscarea capului sau înfundarea unor duze trebuie înlocuit capul care este scump sau chiar imprimanta.

2.Integrate în consumabil (stânga imaginii). Consumabilele sunt mai scumpe. Varianta aceasta a fost susținută de HP și face mai dificilă construirea consumabilelor compatibile de către alte firme.



Figura 7.16. Capete de imprimare cu cerneală, sursa
https://en.wikipedia.org/wiki/Inkjet_printing

Capetele color pot fi fixe sau integrate în consumabil și pot avea cerneala stocată într-un ansamblu de rezervoare care se înlocuiește cu totul sau în trei rezervoare. La o imprimantă CANON, rezervoarele de cerneală CMYK sunt ca în figura 7.17.



Figura 7.17. Rezervoare de cerneală, sursa
https://en.wikipedia.org/wiki/Inkjet_printing

Cerneala se usucă ușor și astupă duzele de imprimare. Pentru a evita acest efect după imprimare capul este parcat cu duzele obturate de un material cauciucat. Una dintre variantele constructive este cu un motor pas cu pas care ridică materialul cauciucat până la nivelul duzelor după ce capul a fost poziționat în zona de parcare. Întreruperea alimentării înainte de parcare poate duce la uscarea cernelii. Există metode de a destupa duzele prin spălarea cu un solvent special dar operația nu reușește întotdeauna.

Cerneala folosită trebuie să fie înlocuită de aer în cartuș, ceea ce poate usca cerneala. Pentru a evita evaporarea aerul intră în anumite variante de cap printr-un tub subțire spiralat foarte lung. La alte variante cerneala este stocată în interiorul cartușului într-o folie de plastic.

Sistemul CISS (continuous ink supply system) permite ca cerneala să fie stocată în exteriorul imprimantei și condusă spre capul de imprimare prin tuburi flexibile, figura 7.18. Prin acest sistem se asigură un cost mult mai mic al consumabilelor. Unele dezavantaje ale imprimării cu cerneală se păstrează, cum ar fi uscarea cernelii în cap precum și riscurile utilizării altui tip de cerneală decât cea dată de furnizor. Apare și un dezavantaj nou cauzat de riscurile ruperii furtunelor flexibile care sunt purtate de carul port capete odată cu capul de imprimare.



Figura 7.18. Sistemul de alimentare continuă cu cerneală, sursa
<http://www.inkexpress.co.uk/blog/new-continuous-ink-system-ciss-for-epson-sx440w-sx445w/>

Imprimarea cu jet poate fi folosită la imprimarea pe alte materiale decât hârtia. O aplicație spectaculoasă este scrierea pe produse alimentare cu cerneală comestibilă. Imaginea din figura 7.19 stânga arată un tort inscripționat cu o imprimantă cu jet, iar în dreapta sunt arătate cabluri inscripționate. Alte aplicații sunt cele de acoperire prin

imprimare a materialelor de dimensiuni mici în vederea unor prelucrări ulterioare, cum ar fi de exemplu cablajele imprimante.



Figura 7.19. Tort inscripționat prin imprimare cu jet de cerneală primit de autor la aniversare (stânga) și cabluri inscripționate (dreapta), sursa

<http://www.swastikaindia.com/inkjet-printer-ink.htm>

O imprimantă cu jet dezasamblată se poate vedea în figura 7.20. În figură sunt marcate principalele subansamble ale imprimantei. Fotografia de sus este o vedere din față a imprimantei iar cea de jos o vedere din spate.

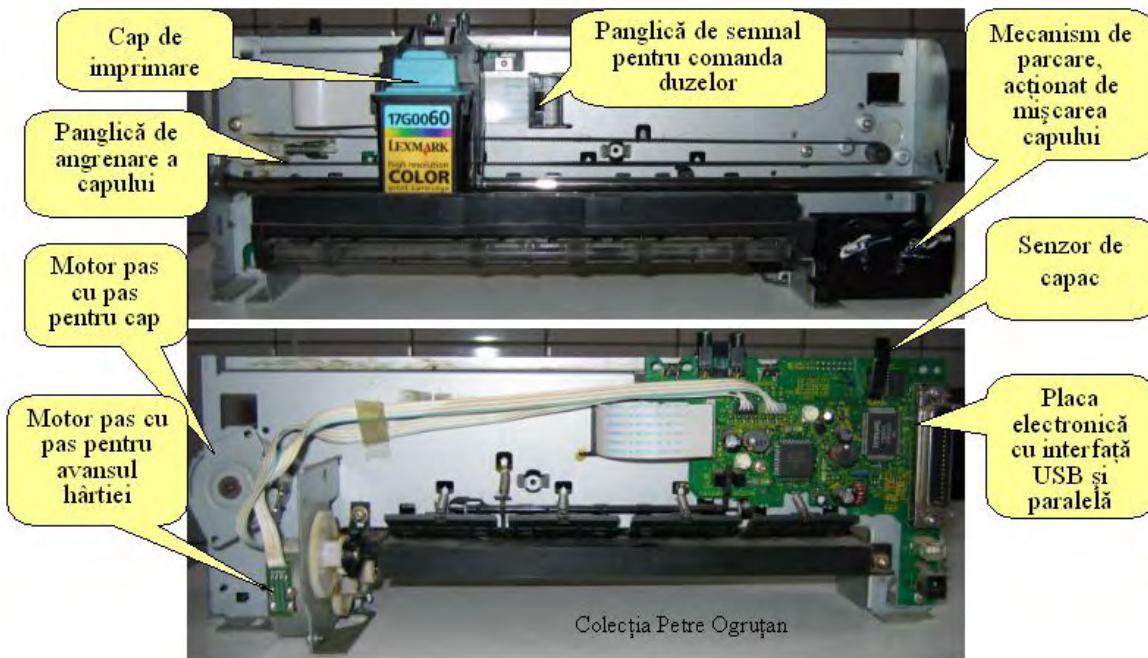


Figura 7.20. Imprimanta cu jet de cerneală

7.4. Imprimarea cu cerneală solidă

Un principiu de imprimare relativ nou și care încă nu este răspândit este imprimarea cu cerneală solidă. Tektronix a introdus în 1986 principiul imprimării cu cerneală solidă, care este topită și intră astfel în capul de scriere. Față de cerneala lichidă care trebuie să se usuce pe hârtie, cerneala topită se solidifică mult mai repede, mărind astfel viteza de imprimare. Primele variante de imprimante utilizau un cap de scriere directă pe hârtie, ca și la imprimantele cu cerneală lichidă, soluție cu multe dezavantaje. În 1995 Tektronix a introdus imprimarea indirectă, care este folosită la imprimantele actuale, figura 7.21.

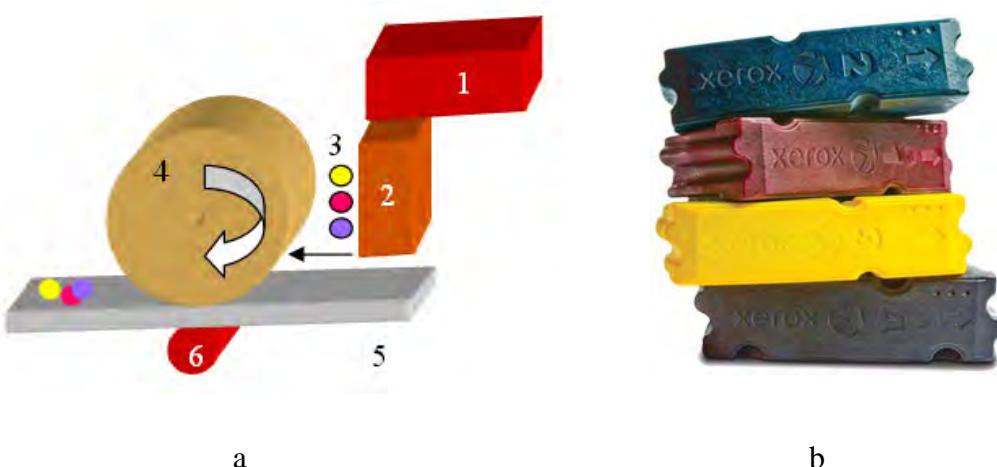


Figura 7.21. Principiul imprimării indirecte cu cerneală solidă (a), sursa Jaeger W. C., Color Solid Ink Printing, http://www.imaging.org/ist/resources/tutorials/solid_ink.cfm și cerneala solidă (sursa www.xerox.de) (b)

În rezervorul 1 cerneala solidă este topită și alimentează capul de imprimare 2. Capul de imprimare 2 încălzit la o temperatură mai mică decât rezervorul imprimă picăturile 3 de cerneală colorată în culorile fundamentale și topită pe cilindrul 4. Cilindrul este încălzit la o temperatură mai mică decât capul de imprimare și pe suprafața lui picăturile formează un strat semisolid. Acest strat se transferă pe hârtie, iar hârtia este încălzită și presată și astfel cerneala se imprimă în hârtie.

Avantajele acestui tip de imprimare este lipsa deșeurilor, fiind astfel cel mai ecologic mod de imprimare. Viteza de imprimare este mare, ajungând la modelul de referință Xerox ColorQube 8570 la 40 de pagini pe minut. Dezavantajele constau în necesitatea unui timp de pornire și de oprire de 12-15 minute, timp necesar cernelii solide să se topească și prețul imprimantei care este destul de mare, între 700 și 2500 de dolari. În timpul funcționării imprimanta nu poate fi mișcată.

În anul 2000 Xerox a cumpărat divizia de imprimante a Tektronix, iar în 2011 Xerox a primit premiul Best Eco-Friendly Ink Technology. Premiul a fost justificat de faptul

că imprimarea se face fără cartușe și consumabilele se consumă în întregime, cerneala nu este toxică, iar imprimarea produce cu 90% mai puține deșeuri decât imprimarea electrofotografică.

7.5. Imprimarea termică

Imprimantele termice au o răspândire ceva mai mică decât a celor electrofotografice sau cu cerneală, sunt silentioase, au dimensiuni mai mici și prin urmare sunt folosite de regulă ca faxuri, imprimante de notebook, telefon sau pentru imprimarea codurilor de bare, figura 7.22. În principiu există o matrice de rezistoare miniaturale comandate de un procesor care se încălzesc respectiv se răcesc rapid.



Figura 7.22. Imprimantă termică monocrom, (stânga), sursa <https://www.sparkfun.com/products/10438> și o imprimantă pentru telefon cu conectivitate Bluetooth (dreapta), sursa http://www.aliexpress.com/promotion/promotion_pocket-photo-printer-promotion.html

Imprimantele termice se pot clasifica astfel:

1. Imprimarea termică directă pe hârtie fotosensibilă este o imprimare monocromă, folosită mai ales la faxuri. Hârtia este specială, având depusă pe partea fotosensibilă o vopsea și un acid. În punctul încălzit cerneala și acidul se combină și formează un punct închis de culoare.
2. Imprimarea termică cu transfer cu ceară utilizează hârtie obișnuită și o folie de ceară cu vopsea. La încălzirea unui punct folia de ceară se topește și vopseaua se depune pe hârtie.
3. Imprimarea termică cu sublimare utilizează hârtie obișnuită și mai multe folii care conțin vopsea în culorile fundamentale.

Imprimarea termică directă pe hârtie fotosensibilă, figura 7.23 (a) este o imprimare monocromă, folosită mai ales la faxuri. Hârtia 1 este specială, având depusă pe partea

fotosensibilă o vopsea și un acid 2. În punctul încălzit de capul termic 3 cerneala și acidul se combină și formează un punct închis de culoare 4.

Imprimarea termică prin transfer, figura 7.23 (b) folosește o folie cu colorant ca și consumabil. Capul termic încălzește folia și colorantul se depune pe hârtie. Imprimarea termică cu transfer utilizează hârtie obișnuită 1 și o folie cu vopsea 2. La încălzirea de către capul termic 3 a unui punct folia de ceară se topește și vopseaua se depune pe hârtie în punctele 4.

Costul imprimării termice directe este mic, nu se folosesc consumabile, dar hârtia este specială. Dezavantajele imprimării sunt faptul că imprimarea este monocrom și că în timp, mai ales după expuneri la lumină sau căldură hârtia se închide la culoare și devine ilizibilă.

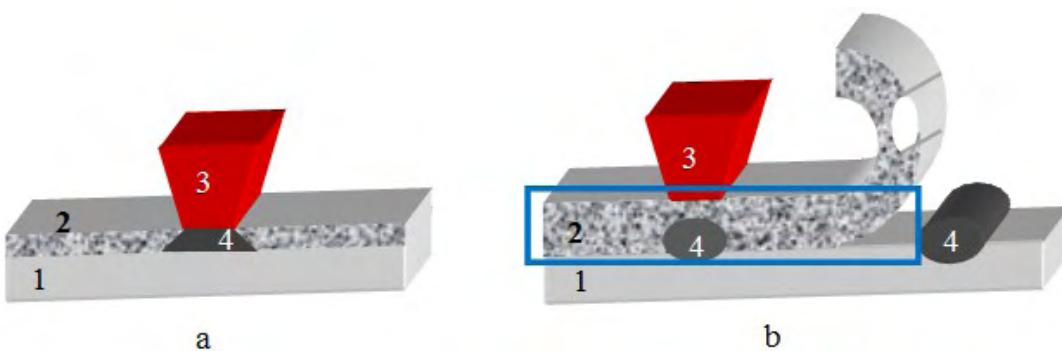


Figura 7.23. Imprimarea termică directă (stânga) și prin transfer (dreapta)

Ca și preț al consumabilelor imprimarea termică prin transfer este comparabilă cu imprimarea cu jet de cerneală.

O variantă de imprimare termică color prin transfer este imprimarea prin sublimare (sublimarea este trecerea directă din stare solidă în stare gazoasă). Consumabilul este format din 4 folii de celofan care conțin colorantul- CMY și a patra este o folie transparentă care protejează culorile pe hârtie.

Hârtia este trecută de 4 ori prin fața capului termic de imprimare care prin cantitatea de căldură degajată în fiecare punct poate genera trecerea pe hârtie a unei cantități variabile de colorant, figura 7.24. Culorile nu se suprapun ci se amestecă, oferind cea mai bună calitate de imprimare color la costuri mai mari decât la imprimarea cu jet.

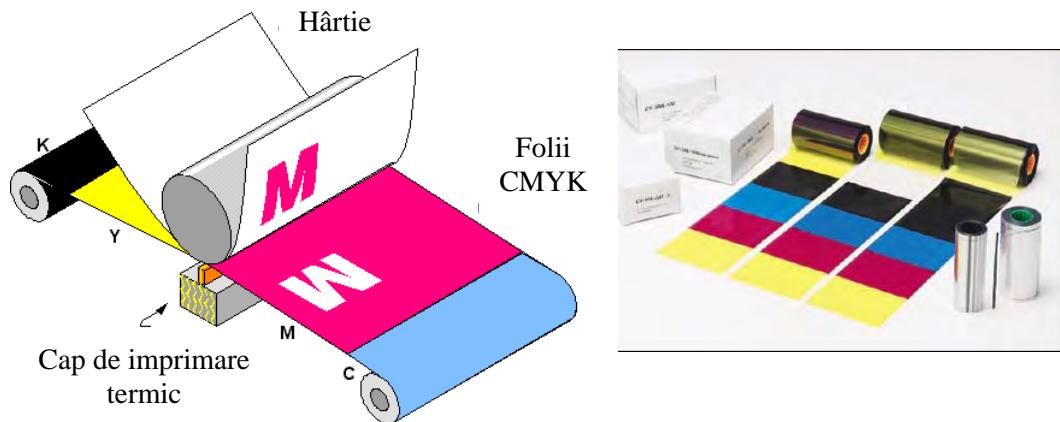


Figura 7.24. Imprimarea termică prin transfer color cu sublimare, principiu (stânga) și folii de transfer, sursa <http://www.digimanie.cz/technologie-termosublimacniho-tisku/2415> și <http://www.pcmag.com/encyclopedia/term/52825/thermal-wax-transfer-printer>

Imprimarea cu folie de ceară are un principiu de imprimare asemănător cu imprimarea cu sublimare, figura 7.25. Există ca și consumabil o singură folie la imprimarea monocrom și mai multe folii la imprimarea color. Este posibilă imprimarea cu una sau mai multe culori, în funcție de scopul materialului imprimat. Colorantul este protejat de un strat de ceară care se topește când este încălzit într-un punct de către capul termic de imprimare. Nuanțele de culoare se obțin nu prin amestecarea culorilor ci prin imprimarea de puncte colorate cu o anumită densitate.



Figura 7.25. Imprimantă termică color (stânga) și folii cu ceară (dreapta), sursa <http://www.mpilabels.com/products/equipment/printers-and-consumables>

Calitatea culorilor nu este la fel de bună ca la imprimarea cu sublimare dar costul consumabilelor este mai mic. Imprimantele termice pot fi mici, și pot avea funcționare duală (sublimare și folie de ceară). În anii 1990 firma Fargo a creat prima imprimantă duală, de mici dimensiuni, figura 7.26.

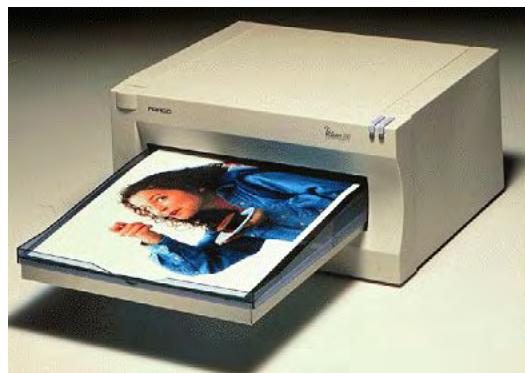


Figura 7.26. Imprimanta termică Fargo, cu sublimare și folie de ceară, sursa <http://www.pcmag.com/encyclopedia/term/52825/thermal-wax-transfer-printer> â

7.6.Imprimarea 3D

Imprimarea 3D este realizarea unui obiect solid prin adăugarea de material, strat după strat, după un model digital. Procesul se numește și fabricare aditivă, spre deosebire de fabricarea substractivă (prin îndepărțarea materialului- strunjire, tăiere etc.). Prima imprimantă 3D a apărut în 1984, construită de Chuck Hull dar dezvoltarea lor comercială a început în anii 2010. O imprimantă 3D este dată în figura 7.27.

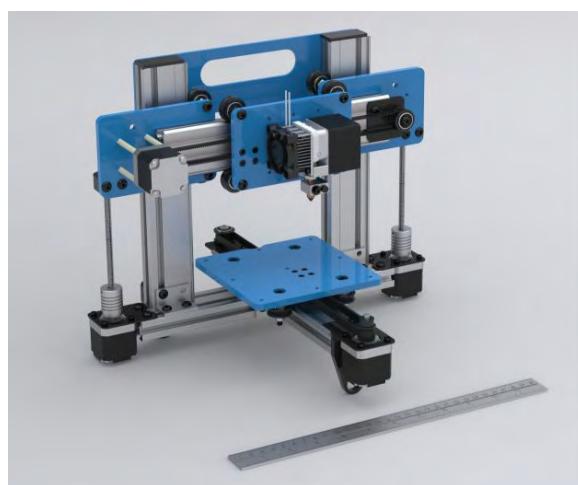


Figura 7.27. Imprimanta 3D ORDbot Quantum 3D, sursa <http://www.buildlog.net/blog/2012/01/the-quantum-ord-bot/>

Aplicațiile imprimării 3D sunt în domeniile construcții, design industrial, construcția de automobile și de componente, industria medicală în special în stomatologie. Aplicațiile pot fi orientate atât către prototiparea rapidă cât și fabricarea industrială în serie. Modelul digital folosit pentru imprimare este realizat manual pe calculator cu programe specializate sau un scanner 3D. Un model Audi cu caroseria realizată prin imprimare 3D este redat în figura 7.28.



Figura 7.28. Model Audi cu caroseria realizată prin imprimare 3D, sursa <http://www.vrworld.com/2012/05/25/3d-printers-have-nothing-to-do-with-3d-but-are-utterly-brilliant/>

Rezoluția imprimantelor 3D este în planul x-y la fel cu a unei imprimante laser iar în plan vertical z depinde de grosimea stratului depus. De regulă aceasta este de 0,1mm, realizând astfel aproximativ 250dpi (dots per inch sau puncte pe inch).

Timpul de imprimare este între câteva minute și câteva zile, funcție de obiectul imprimat. Acest timp mare de realizare face ca aplicațiile preferate să fie cele de prototipare, iar pentru serie să se folosească tehnologii clasice, cum ar fi injectarea.

Metodele de imprimare 3D pot fi clasificate în:

1. Imprimarea 3D prin depunere de material topit;
2. Imprimarea 3D prin stereolitografie;
3. Imprimarea 3D prin sinterizare.

La imprimarea 3D prin depunere de material topit, ca și principiu de funcționare materialul care se depune în straturi este topit prin încălzire sau este un material vâscos care se întărește după depunere, figura 7.29. Un cap de imprimare (1) topește un material plastic și îl depune după modelul digital formând obiectul de construit (2). Masa (3) este mobilă pe toate 3 axe și este comandată de un calculator cu o mișcare care permite construirea obiectului.

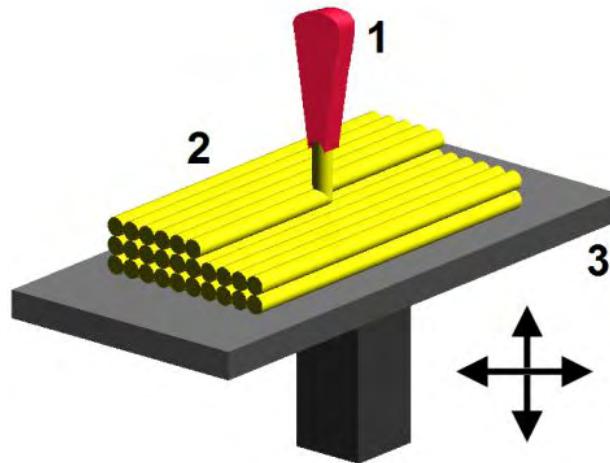


Figura 7.29. Imprimarea 3D prin depunere de material topit, sursa
https://en.wikipedia.org/wiki/3D_printer_extruder

Prin stereolitografie, un material care se poate polimeriza (răsină sintetică) este introdus într-o incintă în întuneric, figura 7.30. O rază Laser luminează anumite puncte în care rășina devine solidă prin polimerizare. Construirea obiectului se face nivel după nivel. După ce primul nivel a fost construit, pistonul coboară și se construiește următorul nivel. Rășina nepolimerizată se scurge afară. Procedeul asigură obiecte precis construite.

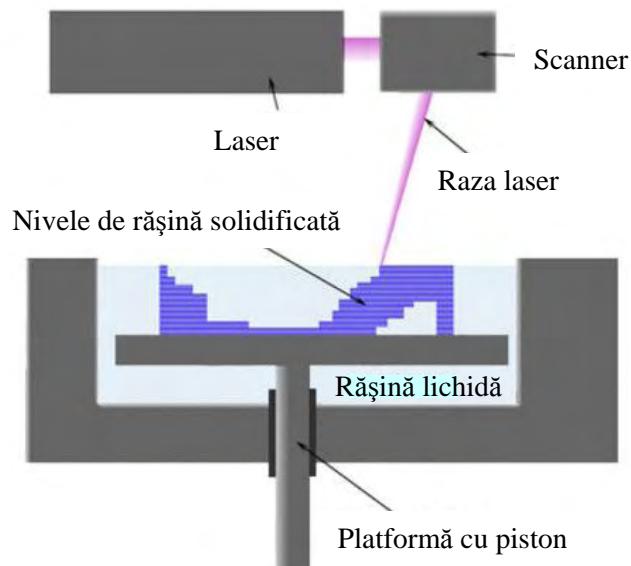


Figura 7.30. Imprimarea 3D prin stereolitografie, sursa
<http://www.pixel77.com/stereolithography-science-3d-printing/>

La imprimarea 3D prin sinterizare, materialul praf pentru sinterizare este preluat dintr-o magazie și este împins în sus de un piston, figura 7.31. După ce ajunge în zona de sinterizare o rază Laser realizează sinterizarea în puncte iar praful rămas este evacuat.

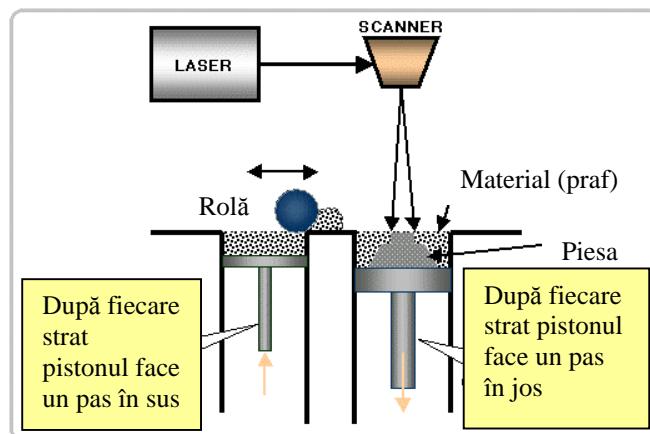


Figura 7.31. Imprimarea prin sinterizare, sursa
https://en.wikipedia.org/wiki/Selective_laser_sintering

În figura 7.32 sunt prezentate câteva obiecte realizate prin imprimare 3D, a căror diversitate demonstrează gama largă de utilizare pentru acest tip de imprimare.

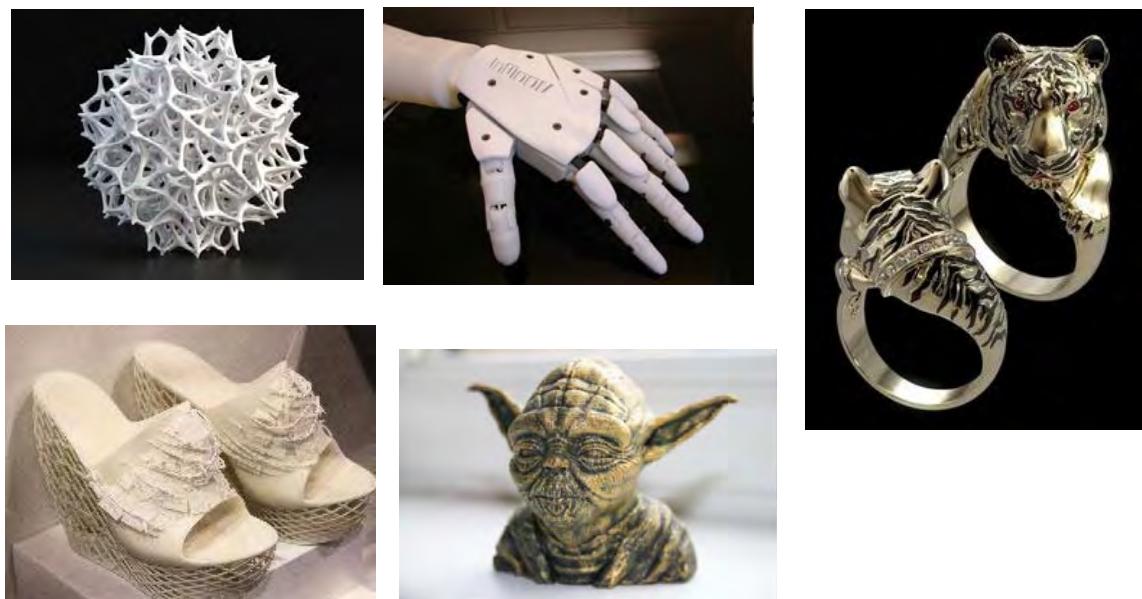


Figura 7.32. Exemple de obiecte realizate prin imprimare 3D, surse:

<http://www.find3dprinter.com/how-does-3d-printing-work/>

<http://bitshare.cm/post/22854510691/22-cool-objects-you-can-print-with-a-3d-printer>

<https://www.pinterest.com/wamungo/3d-printed-jewelry/>

<https://www.3dhubs.com/gloucester/hubs/g3d-printing>

7.7.Cum se poate proiecta o imprimantă?

Placa electronică a unei multifuncționale este compusă din mai multe circuite. Circuite importante sunt cele de procesare de imagini, de comandă motoare, de comandă a afișajului LCD etc. O imprimantă conține mulți senzori, de exemplu pentru capace deschise, poziția capului de imprimare, existența hârtiei în tavă, senzori dispuși pe traseul hârtiei pentru a semnaliza blocaje, supratemperatură etc. Acești senzori trebuie scanați de procesorul de pe placa electronică și trebuie luate decizii în consecință.

Pentru a scurta timpul de proiectare (Time to Market) firmele producătoare pun la dispoziția proiectanților un sistem de dezvoltare pentru o multifuncțională cu jet de cerneală, inclusiv partea de software. Acest concept este asemănător cu cel prezentat la microcontrollere în subcapitolul 2.7 sau la controlere video în subcapitolul 6.4 în care au fost amintite sistemele de dezvoltare dedicate.

De exemplu Quatro 4110 este un SoC (System on a Chip) care include un nucleu procesor și un procesor de imagine, figura 7.33.. Aplicațiile posibile sunt la imprimante multifuncționale cu jet și laser, alb negru și color. Viteza de imprimare posibilă este de 5 pagini color (la 600dpi) pe minut sau 35 de pagini monchrom pe minut.

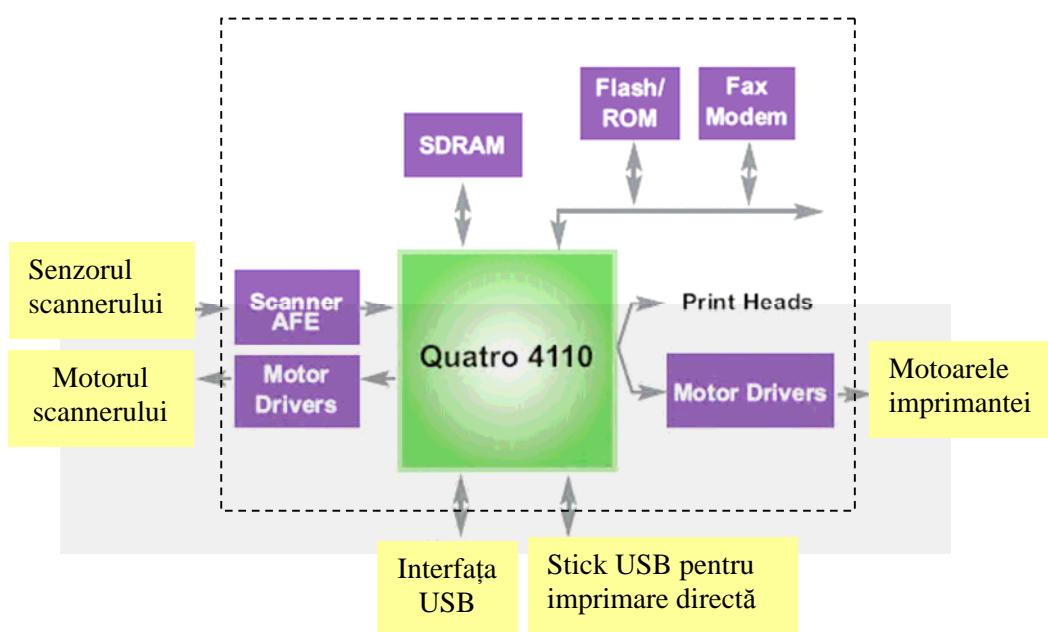


Figura 7.33. Circuit pentru comanda unei imprimante, sursa
<http://datasheet.eeworld.com.cn>

Un kit complet de imprimare 3D prin care se pun la dispoziția celor interesați toate modulele componente ale unei imprimante 3D este prezentat în figura 7.34. Se pot vedea în figură placa de comandă, motoarele de acționare, afișajul, rezervorul de topire al materialului, cabluri etc.



Figura 7.34. Kit complet de imprimantă 3D, sursa <http://metal-printer.com/sainsmart-ramps-1-4-a4988-mk2b-mega2560-r3-lcd-12864-3d-printer-controller-kit-for-3d-printers-reprap/>

7.8. Imprimantele și protecția mediului

Lumea modernă are nevoie din ce în ce mai mult de documente imprimate. Complexitatea sistemelor de producție, de asigurare a calității în toate domeniile, guvernarea și administrarea, diversificarea serviciilor, implementarea standardelor de calitate sunt procese care utilizează din ce în ce mai mult documente tipărite. Imprimarea documentelor cu imprimantele actuale generează o mare cantitate de deșeuri, format în principal din cartușe de toner, cartușe de cerneală și imprimante defecte (P. Ogrutan, Are there any environmentally friendly printing principles? Environmental issues linked to document printing, Ecoterra Journal of Environmental Research and Protection, 12(1), p. 100-107, ISSN 1584-7071, <http://www.ecoterra-online.ro/ro/numarul12%281%29-2015/>). Există multe inițiative pentru micșorarea costurilor imprimării, ceea ce are ca și consecințe și reducerea cantității de gunoi. De regulă, inițiativele care urmăresc diminuarea costurilor duc la efecte favorabile pentru

mediu, exemplul tipic fiind economia de energie. Comunitatea Europeană are preocupări în această direcție, una dintre ele fiind marcarea echipamentelor de printare care au cele mai bune performanțe de protecție a mediului cu eticheta ECO Label. Criteriile analizate pentru imprimante, copiatorare și multifuncționale sunt durabilitatea, reciclabilitatea, consumul de energie, construirea fără substanțe periculoase (de exemplu ROHS, Restriction of Hazardous Substances Directive 2002/95/EC pentru plăcile electronice), consumabilele, emisiile de gaze, de câmp electromagnetic și de zgomot.

Una dintre cele mai mari probleme ridicate de echipamentele de imprimare este cantitatea mare de cartușe de toner și cerneală care se aruncă. Există o propunere de linie de producție pentru separarea componentelor cartușelor de toner. Procentele de separare sunt respectiv pentru fier, toner, aluminiu, și plastic 98.4%, 95%, 97.5%, și 98.8%. Separarea cu linia propusă este mult superioară dezasamblării și separării manuale, atât ca timp cât și ca performanță. Remanufacturarea cartușelor de toner este o preocupare veche. Prin remanufacturare, cartușele sunt umplute cu toner și eventual se înlocuiesc unele componente uzate. Se obțin astfel cartușe de calitate mai proastă decât cele noi, dar mult mai ieftine.

În legătură cu reciclarea deșeurilor electronice există și unele inițiative originale, cum este cea care propune integrarea anumitor componente din echipamentele de imprimare în module pentru educația elevilor și studenților. Se propune utilizarea unor senzori, mecanisme și motoare, care integrate în module cu microcontrollere pot deveni platforme de lucru cu potențial educativ. O altă inițiativă originală este cea care propune utilizarea unui toner natural, astfel aruncarea cartușului afectează mai puțin mediul.

Producătorii de imprimante și-au asumat în parte responsabilitatea protecției mediului. Astfel HP a inițiat o acțiunea de preluare a cartușelor folosite (HP Product return and recycling). În cadrul acestui program HP anunță “We are committed to helping our customers recycle responsibly, recovering 2.8 billion pounds of products since 1987. More than 75% of our ink cartridges and 24% of HP LaserJet toner cartridges are now manufactured with “closed loop” recycled plastic.” (http://www8.hp.com/us/en/hp-information/environment/product-recycling.html?jumpid=re_r138_eco_product-recycling#.VASIhaNJF3k)

Firmele de distribuție oferă de asemenea servicii gratuite de preluare pentru consumabilele epuizate și aparatul electronică defectă. Supermarket-urile și firmele de salubrizare asigură preluarea deșeurilor WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment Directive is the European Community directive 2002/96/EC), conform datelor preluate de pe site-ul ECOTIC. ECOTIC este o organizație non-profit care preia în România responsabilitățile ce revin producătorilor și importatorilor de echipamente electrice și electronice pentru realizarea obiectivelor anuale de colectare, reutilizare, reciclare și valorificare a WEEE.

Comunitatea Europeană depune eforturi în această direcție prin formarea asociației European Association of Electrical and Electronic Waste Take Back Systems, care a realizat în 2010 documentul WEELABEX (WEE Label of Excellence) în care se stabilesc principii de bază ale adunării, sortării și depozitării gunoiului electronic. Cartușele de imprimantă, ca și consumabile ale unor dispozitive electronice intră în clasa gunoiului electronic și sunt supuse acelorași reglementări, cum ar fi obligativitatea stocării în spații impermeabile pentru protejarea mediului.

Producătorii de pe piața imprimantelor, acționând într-o piață deosebit de competițională au căutat permanent căi de reducere a prețurilor vizibile de client la cumpărarea unei imprimante. După cumpărare se creează o legătură între producător și vânzător pentru că imprimantele au nevoie de consumabile, legătură care nu există la majoritatea produselor electronice. Prin personalizarea consumabilelor producătorii au contat că fiecare client va cumpăra o anumită cantitate de consumabile doar de la producător, prin urmare adaosul la imprimantă poate fi mic. Această tendință s-a accentuat de-a lungul timpului spre vânzarea imprimantelor în anumite cazuri sub prețul de producție și a consumabilelor cu un adaos semnificativ.

Răspunsul pieței libere la prețuri de consumabile peste normal a fost rapid. Au apărut firme care au început să fabrice cartușe numite compatibile, deseori folosind componente din cartușele folosite și au produs astfel cartușele remanufacturate. Efectul a fost pozitiv asupra mediului dar nu și asupra producătorilor de imprimante. Prețul unui asemenea cartuș variază între 25% și 50% din prețul unui cartuș original.

Producătorii consacrați de echipamente de imprimare își apără interesele economice și au luat câteva măsuri pentru creșterea numărului de cartușe originale vândute:

1. Noile cartușe sunt prevăzute cu un microcontroller de protecție;
2. Imprimantele sunt echipate la livrare cu cartușe de mică capacitate, numite de start;
3. Pentru a asigura prețuri acceptabile au fost concepute cartușe de capacitate mică.
4. Fiecare nou model de imprimantă folosește propriul tip de cartuș.

Pentru a avertiza utilizatorul că tonerul din cartuș se va termina curând producătorii au montat un microcontroller pe cartuș, cu rolul de a număra paginile și de a anunța utilizatorul. În consecință cartușul nu va putea fi reumplut și nu se poate cumpăra un cartuș remanufacturat. Anumite tipuri de imprimante anunță doar terminarea tonerului, altele își reduc funcționalitatea, cum ar fi unele multifuncționale care nu mai pot lista faxurile primite, iar altele nu mai permit listarea sau scanarea.

Un alt aspect important este că avertizarea de terminare a consumabilului prin numărarea copiilor imprimate se face mult înainte ca acesta să fie practic epuizat. De multe ori la umplerea unui cartuș se observă că acesta mai are toner în proporție însemnată.

Pentru a echipa imprimantele noi cu cartușe cu durată scurtă de folosire și pentru a obține piața persoanelor și firmelor cu venituri mai mici au fost create cartușele cu cantitate mică de material consumabil. Pentru a putea fi montate în același spațiu proiectat pentru cartușele mari, cartușele mici au rezervorul de toner de altă formă, de exemplu cu o adâncitură.

Un tabel centralizator arată comparativ câteva imprimante bazate pe diverse principii de imprimare și caracteristicile lor principale. Caracteristica urmărită în acest tabel este cantitatea de deșeuri generată la imprimare, dar tabelul conține și prețuri, foarte importante pentru utilizatori. Atât prețurile imprimantelor cât și a consumabilelor sunt relative, depinzând de furnizori, de cantitate, de momentul cumpărării etc. Costurile cu consumabilele sunt date pentru o sută de pagini imprimate.

Nr	Principiu imprimare	Imprimanta și preț imprimantă [€]	Consumabil	Număr de pagini imprimate	Cost/100 pagini [€]	Deșeuri
1	Cerneală	HP Photosmart, 57	CC641 negru	200	9.5	Da
2	Electrofotografic	HP 2035 Laser, 200	CE505A	2300	2.5	Da
3	Electrofotografic	HP 2035 Laser, 200	CE505x	6500	1.6	Da
4	Electrofotografic	Canon IR, 700	EXV14	8300	0.37	Da
5	Termic	Brother MFC 1025, 150	Transfer film PC 201	400	5	Nu
6	Cerneală solidă	Xerox ColorQube, 500	Stick	4300	1	Nu

De exemplu se poate analiza situația cartușelor HP CE505A de capacitate mică (2300 pagini) care costă 58€ și CE 505x de capacitate mare (6500 pagini) care costă 105€. Cu circa 100g toner (1€) se pot lista 1000 pagini, deci diferența de preț între cartușe ar putea fi de doar de 4€. Diferența de preț de vânzare de 47€ arată clar că nu există nicio legătură între prețul de cost și cel de vânzare.

Se poate spune că existența cartușelor cu conținut mai mic de toner este favorabilă cumpărătorilor pentru că sunt mai ieftine și producătorilor de imprimante pentru că vând mai multe cartușe dar este defavorabilă mediului înconjurător. Cumpărătorii trebuie să devină mai conștienți și să protejeze mediul aruncând cât mai puține cartușe prin cumpărarea cartușelor cu capacitate mare, ceea ce ar fi favorabil și financiar. Astfel, în exemplul anterior cu cartușul de 58€ se cheltuie 2,5€/100 pagini iar cu cel de 105€ se cheltuie 1,6€/100 pagini. Utilizatorii pot de asemenea să contribuie la

micșorarea cantității de deșeuri prin imprimarea doar a documentelor strict necesare. Multe firme au renunțat la anumite documente tipărite și folosesc doar formatul electronic.

Înainte de apariția imprimării cu cerneală solidă singura imprimare cu deșeuri puține a fost imprimarea termică. Viteza mică de imprimare și costurile relativ mari ale consumabilelor au făcut ca această metodă să nu se răspândească la volume mari de imprimare. Apariția imprimării cu cerneală solidă, o imprimare ecologică cu costuri mici ale consumabilelor este pe cale să schimbe situația în favoarea imprimării ecologice, mai ales la volume mari de imprimare. Utilizatorii mici care imprimă puțin vor prefera în continuare imprimarea cu jet de cerneală pentru prețul mic al echipamentului de imprimare.

O întrebare justificată este dacă cantitatea de deșeuri generată la imprimare depinde de principiul de imprimare. Se vede din descrierea anterioară a principiilor de imprimare că imprimarea electrofotografică și cea cu cerneală generează deșeuri în cantități însemnante iar cea termică și cea cu cerneală solidă generează deșeuri în cantități mult mai mici. Se poate afirma că deșeurile nu depind de principiu ci de interesul finanic al producătorilor de a vinde cartușe. Din cauza acestui interes finanic se produc cartușe cu circuite electronice de protecție sau cu capacitați mici. Principiul funcțional nu împiedică producătorii de imprimante să conceapă un rezervor de toner sau de cerneală de capacitate mare. Un exemplu care confirmă afirmațiile este imprimarea CISS (continuous ink supply system). Se poate astfel concluziona că interesele comerciale sunt opuse celor de protecție a mediului.

Mai multe detalii despre noțiunile parcurse în capitolul 7 pot fi găsite în [15.Bibliografie](#), [28,29].

8.Echipamente de legătură om calculator

În acest capitol au fost grupate câteva echipamente periferice sub numele de echipamente de legătură om calculator pentru că acestea nu au putut fi tratate în categoriile existente în carte. Categoriile în care au fost împărțite echipamentele prezentate sunt relative și au fost folosite doar pentru a grupa materialul astfel ca această carte să fie mai ușor de parcurs.

8.1.Ecrane sensibile la atingere (Touchscreen)

Răspândirea telefoanelor inteligente (smartphone) cu conexiune Internet a generat situația în care din ce în ce mai des pot fi văzuți tineri adânciți în utilizarea lor, atingând cu mare viteză ecranele tactile.

Principiul ecranelor sensibile la atingere a fost enunțat pentru prima dată în 1965 în articolul lui Johnson, E.A.. "Touch Display - A novel input/output device for computers". Electronics Letters 1 (8). Prima realizare practică a fost cea a inginerilor de la CERN, Frank Beck și Bent Stumpe, figura 8.1.

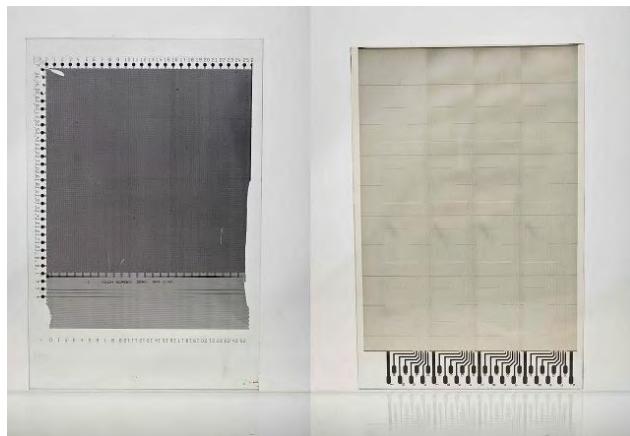


Figura 8.1. Prima realizare practică a unui ecran sensibil la atingere, cea a inginerilor de la CERN, Frank Beck și Bent Stumpe, sursa
<https://en.wikipedia.org/wiki/Touchscreen>

Prima realizare comercială a fost calculatorul HP-150 în 1983, cu un afișaj CRT (tub cinescop, Cathode Ray Tube) de 9". Ecranele sensibile se folosesc acolo unde lucrul cu tastatura și mouse-ul nu sunt eficiente, de exemplu chioșcuri de informare, automate bancare, telefoane mobile, navigatoare, console de jocuri etc. Primele ecrane construite puteau detecta doar apăsarea într-un punct, cele actuale pot detecta și forța apăsării.

Ecranele sensibile la atingere sunt construite pe mai multe principii constructive:

1. Rezistiv: peste ecran este construită o structură din două folii transparente conductive separate printr-un strat izolator (aer). Apăsarea unei zone are ca efect modificarea rezistenței electrice între cele două folii. O tensiune este aplicată pe un strat și măsurată pe celălalt strat, oferind indicații despre modificarea rezistenței. Acest principiu asigură rezistență la lichide, de aceea este utilizat la aparatura industrială și din spitale. Costul de fabricație este redus și ecranul poate fi atins cu orice fel de dispozitiv de extensie pentru deget pentru că este importantă doar presiunea la atingere. Un dezavantaj este rezoluția redusă. Acest tip de ecran sensibil este folosit de consolele Nintendo.

2. Capacitiv: ecranul este acoperit cu un strat izolator transparent pe care sunt depuse straturi conductive transparente. Atingerea unui strat conductiv produce modificarea capacității electrice a condensatorului format din straturile conductive opuse datorită încărcării electrice a corpului uman. Principiul este asemănător celui rezistiv, figura 8.2.

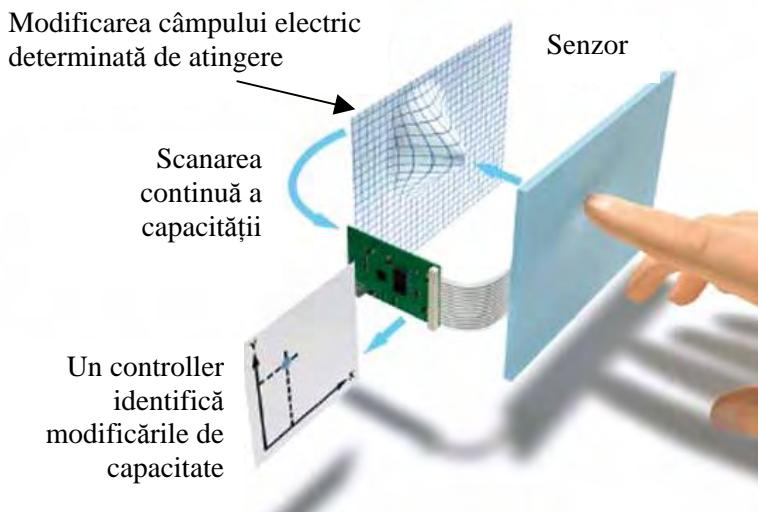


Figura 8.2. Prințipiu capacativ la ecranele sensibile la atingere, sursa <http://blowtech.blogspot.ro/2013/09/flow-chart-working-of-touchscreen-pads.html>

Atingerea trebuie realizată cu degetul, iar utilizarea unor dispozitive de extensie sau mănuși nu este posibilă pentru că diferența de capacitate este determinată de încărcarea electrică a corpului. În tehnologia Super AMOLED de la Samsung (descrișă în capitolul 6.3. Afisaje electroluminiscente), senzorii de atingere au fost integrați în același strat

cu afișarea electroluminiscentă, micșorând astfel numărul de straturi și costurile de producție.

3. Capacitate proiectată (PCT Projected Capacitive Touch): ca și la principiul capacativ dar cele două părți conductive sunt de forma unor linii conductive, orizontale pe una din părți și verticale pe cealaltă. Pe suprafețele active cu conductori perpendiculari se aplică o tensiune care creează un câmp electric uniform între suprafețe. La atingere, degetul modifică capacitatea între 2 linii perpendiculare și se poate identifica punctul apăsat, figura 8.3. În cazul acestui principiu se pot utiliza pentru atingere mănuși sau dispozitive de extensie. Datorită suprafeței de protecție situată deasupra afișajului care poate fi și sticlă, această soluție este robustă.

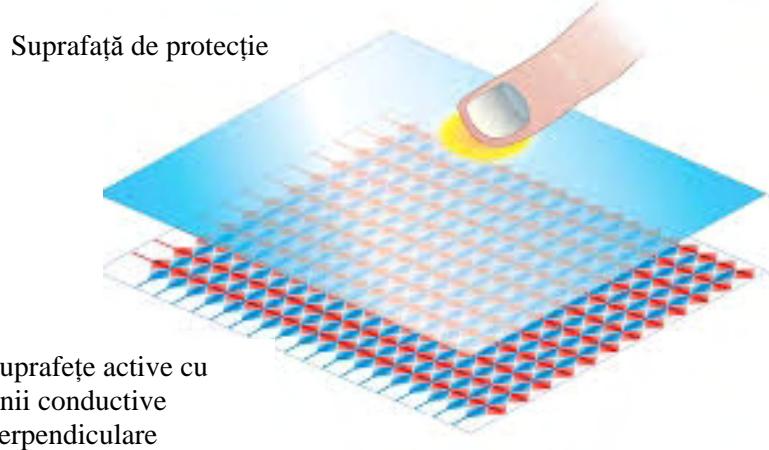


Figura 8.3. Principiul capacitatei proiectate la ecranele sensibile la atingere, sursa <http://multimedia.3m.com/mws/media/788463O/tech-brief-projected-capacitive-technology.pdf>

4. Pe principiul timbrelor tensometrice: se poate măsura deformarea ecranului dacă se apasă un punct. Cu acest principiu se poate determina și forța apăsării. Principiul se aplică mai ales la chioșcurile de informare datorită rezistenței lor la vandalism.

5. Alte principii: unde acustice de suprafață parcurg ecranul, iar apropierea degetului de ecran produce întreruperea undei. Locul unde este întreruptă unda poate fi detectat, identificând astfel poziția degetului. Acoperirea ecranului cu murdărie sau depuneri poate produce anomalii de detectare a poziției. Un principiu asemănător este prin emisia unor fascicule de lumină în infraroșu, care sunt întrerupte de apropierea degetului. Un

principiu folosit de curând este prin analiza imaginii date de senzori de imagine plasați în colțurile ecranului și identificarea poziției degetului prin algoritmi specifici.

6.Force Touch este un principiu implementat de Apple care detectează suplimentar și forța atingerii. Principiul este utilizat începând cu anul 2015 la Apple Watch, MacBook Pro, MacBook și Magic Trackpad. O variantă îmbunătățită este 3D Touch aplicată la iPhone 6s. La 3D Touch, 3 senzori capacitivi determină distanța de la folia superioară până la afișaj, iar un accelerometru determină accelerația apăsării. Din aceste informații controllerul poate să deducă intenția utilizatorului și forța apăsării (https://en.wikipedia.org/wiki/Force_Touch#3D_Touch).

La un Pocket PC în figura 8.4. se poate observa suprafața activă la un ecran sensibil pe principiul PCT (capacitate proiectată).



Figura 8.4. Suprafața activă la un ecran sensibil pe principiul PCT (foto autorul)

Un ecran sensibil se poate uza la atingeri repetitive cu degetul. Se poate folosi un bețișor de material plastic pentru apăsare, ceea ce mărește precizia poziționării. Din păcate acest mod de apăsare nu se poate folosi în toate aplicațiile, de exemplu la chioșcuri sau în anumite principii constructive ale ecranelor sensibile. O extensie de material plastic a degetului poate fi utilizată asemănător cu un bețișor. Unghia umană poate fi folosită pentru apăsare, ea nu zgârie ecranul. Unghia poate fi modelată cu un vîrf ascuțit, ceea ce mărește precizia atingerii, figura 8.5.

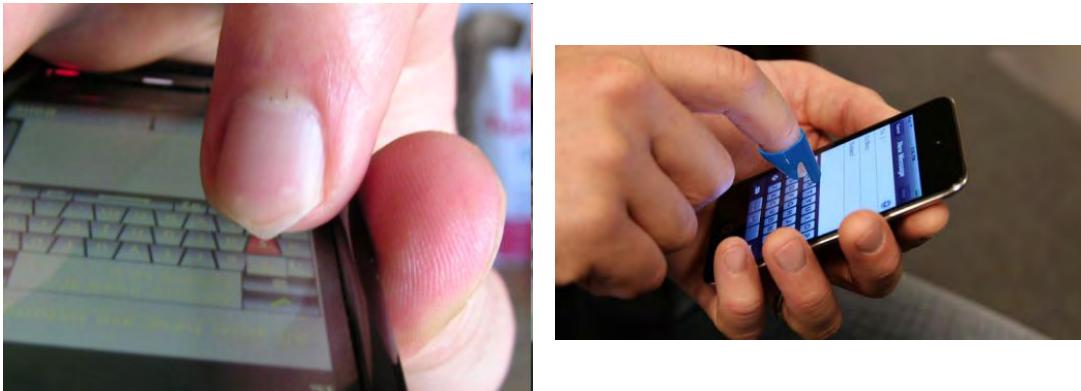


Figura 8.5. Apăsare cu unghia (stânga, sursa <http://blowtech.blogspot.ro/2013/09/flow-chart-working-of-touchscreen-pads.html>) și cu o extensie de material plastic (dreapta, sursa <https://www.pinterest.com/pin/521995413032724516/>)

Problemele de utilizare ale ecranelor sensibile la atingere sunt apariția amprentelor pe ecran, care se evită prin acoperirea afișajului cu straturi de protecție. Distrugerea ecranelor prin vandalism, mai ales la chioșcuri poate fi parțial eliminată cu ecrane din sticlă specială, la principiile de detectare a atingerii care permit acest lucru. Se pare că poziția verticală a ecranelor nu este ergonomică, de aceea se propune trecerea la ecrane orizontale, la care atingerea nu obosește brațul. La chioșcuri sau bancomate acest lucru nu este posibil.

8.2.Tableta grafică

Ceea ce se desenează pe tabletă cu stiloul special apare pe monitor, imaginea putând fi salvată sau prelucrată digital. Tableta grafică este folosită de artiști (formate mici, până la A4) și de proiectanți (formate mari, figura 8.6.). Tableta grafică este numită și tabletă de digitizare. Prima tabletă grafică a fost tabletă RAND, lansată pe piață în 1964, figura 8.6. Tabletele grafice s-au răspândit în anii 1970-1980 datorită avântului proiectării mecanice.

Tabletele pot fi clasificate în:

1. Pasive, la care există mici bobine aranjate într-o matrice (fire perpendiculare). Bobinele emit un semnal recepționat de o bobină din stilou, apoi intră în regimul de citire și citesc valoarea energiei stocate în stilou. Este măsurată forța de apăsare și linia desenată ține cont de aceasta.
2. Active, care au stiloul alimentat cu baterie și emite un semnal recepționat de matricea de fire din tabletă. Faptul că tabletă nu trece prin regimuri de emisie-recepție mărește precizia și timpul de răspuns al tabletei.



Figura 8.6. Tableta RAND (stânga, sursa RAND Tablet from Computer History Museum by Brian Hicks, Nov. 3rd, 2013) și o tabletă de mari dimensiuni, cu un puc în dreapta sus (sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_tablet)

Unele principii de funcționare seamănă cu cele de la ecranele sensibile (de exemplu la tableta pe principiu de detecție capacativ, constructor Scriptel). Tabletele capacitive, ca și diferențe față de ecranele sensibile, oferă o rezoluție mult superioară la costuri mai mari, cu condiția utilizării unui stiloul special. Stiloul nu trebuie să atingă tableta, acesta este detectat și în proximitatea suprafeței tabletei. Tableta oferă informații și despre forță de apăsare a stiloului. Pucul este un fel de mouse care se poate plimba pe suprafața tabletei, variantele profesionale având o lupă cu un reticul pentru poziționarea precisă. Pucul pe tabletă oferă coordonate absolute de poziție și nu doar informații relative ca și mouse-ul. Ca și aspect un puc nu se poate deosebi de un mouse.



Figura 8.7. Tableta grafică WACOM, stânga, sursa <http://www.wacom.com/en-us> și o tabletă Genius, dreapta, sursa <http://www.emag.ro/tableta-grafica-genius-mousepen-i608x-usb-g-31100060101/pd/E1DJKBBBM/>

Cel mai mare constructor de tablete grafice în prezent este firma WACOM. O tabletă modernă cu stilou a acestei firme, figura 8.7 stânga. Tableta are dimensiuni de 380 x 251 x 12 mm, costă 300 de dolari, inclusiv stiloul, are o rezoluție de 5080dpi și 2048 de niveluri de presiune. O tabletă de numai 50 de dolari, care include puc și stilou este tableta Genius, figura 8.7 dreapta. Tableta are dimensiuni de 264 x 300 x 24, rezoluția de 2560dpi și 1024 de niveluri de presiune.

Cu tableta grafică se poate lucra în două moduri:

1. urma desenată urmărește stiloul (specific aplicațiilor de artă);
2. desen vectorial, specific proiectanților în care o figură se desenează prin specificarea coordonatelor și tipului figurii, figura 8.8. În acest mod de lucru o figură geometrică se poate desena cu stiloul, figura 8.8. dreapta sau se pot puncta cu stiloul sau pucul punctele importante ale figurii și se specifică tipul figurii. Tipul figurii se poate specifica prin alegerea din mai multe tipuri de figuri. O listă a figurilor poate fi așezată pe suprafața tabletei (figura 8.8. stânga) și figura dorită poate fi selectată prin atingerea cu stiloul sau pucul. De exemplu triunghiul desenat în figură poate fi definit prin cele trei puncte în care sunt vîrfurile lui.

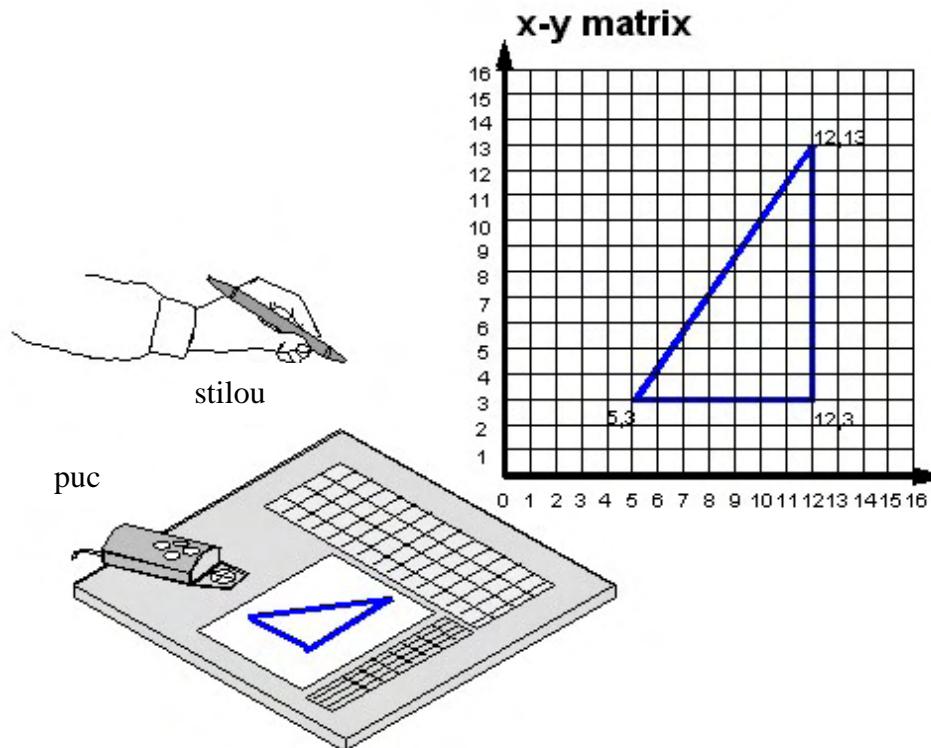


Figura 8.8. Desenare vectorială cu tableta grafică (sursa
<http://www.pc当地.com/encyclopedia/term/41409/digitizer-tablet>)

În urma evoluției din ultimul timp a imprimării 3D, s-au dezvoltat și sistemele de digitizare 3D. Astfel, tableta grafică 3DRAW PRO 3D fabricată de Polhemus permite ca un corp 3D să fie desenat prin urmărirea contururilor lui cu stiloul tabletei.



Figura 8.8. Digitizare spațială (sursa

<http://www.pcmag.com/encyclopedia/term/41409/digitizer-tablet>)

Câteva din lucrările unor artiști care desenează cu tableta grafică sunt date în figura 8.9.



Figura 8.9. Pictură cu tableta grafică, Agatha Nicodin (stânga, sursa

<https://www.facebook.com/Agatha-says-1387520421537681/?pnref=story>) și Iulia řchiopu (dreapta)

8.3.Scanner

Scannerul este un dispozitiv care se cuplează cu un calculator cu funcția de preluare de imagini 2D sau 3D și transformarea lor în format digital. Se pot prelua imagini desenate, obiecte plate, scris etc. Există programe de tip OCR (Optical Character Recognition) care pot transforma imaginea preluată de scanner în text prelucrabil cu editoare de text, cum este de exemplu Word. Prima operație de scanare se consideră cea realizată de Edouard Belin în 1920 și numită telefotograf care preluă o imagine cu un senzor optic (fotomultiplicator) și o transmitea prin linia telefonică sub formă de semnal analogic modulat în amplitudine, figura 8.10 stânga. Prima imagine digitală a fost realizată în 1957 la Biroul Național de Standarde din SUA de către Russell Kirsch, o imagine de copil, figura 8.10 dreapta.



Figura 8.10. Telefotograful lui Edouard Belin din 1920, sursa <https://en.wikipedia.org/wiki/Wirephoto> și prima imagine digitală, dreapta, sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Image_scanner

Scannerele pot fi de mai multe tipuri:

Scannerele portabile sunt scannere cu dimensiuni mici, care pot fi atașate la dispozitive mobile. O variantă constructivă a acestor scannere implică mișcarea scannerului cu mâna deasupra unui document, figura 8.11 stânga. Imaginea scanată poate avea distorsiuni datorită vitezei variabile de trecere a scannerului peste document. Scannerele pot fi prevăzute cu o fereastră prin care se vede documentul și butoane pentru Start și rezoluția de scanare. O altă variantă de scanner este cea din figura 8.11 dreapta, la care imaginea documentului este preluată cu un senzor optic situat la distanță de document.



Figura 8.11. Scanner portabil de mâna, stanga, sursa <http://pushpam.tradeindia.com/portable-a4-handy-scanner-624355.html> și un scanner cu preluare de imagine de la distanță, dreapta, sursa <http://www.ecvv.com/product/3180019.html>

Scannere de documente, utilizate mai ales la faxuri, asigură trecerea documentului prin fața senzorului prin deplasarea lui cu ajutorul unui tambur actionat de un motor. Nu se pot scana obiecte mai groase, rigide sau mai mici decât formatul standard dar locul ocupat de aparat este mai mic. Figura 8.12. arată un fax cu scanner de documente. Tendința actuală este de înlocuire a comunicațiilor prin fax cu comunicațiile prin mail, deci scannerele de documente au o piață limitată.



Figura 8.12. Fax cu scanner de documente, sursa <http://www.slideshare.net/eFaxCorporate/retire-your-fax-server-efax-corporate>

Scannerele flatbed sunt cele mai răspândite, figura 8.13, stânga. Față de scannerele de documente, acestea pot scană și documente mai groase sau chiar obiecte 3D. Scannerele flatbed formate dintr-o placă de sticlă pe care este pus documentul (A4, A3 și mai rar formate mai mari) și un car mobil care se deplasează de-a lungul documentului. Pe car este situată o lampă puternică cu descărcare în gaze (xenon) și reflexia luminii de pe document este captată cu oglinzi sau cu fibră optică și transmisă la un senzor. Actualmente senzorii sunt de tip CCD (charge-coupled device). Pentru scanarea color se folosesc filtre în culorile fundamentale RGB aplicate senzorului. O variantă a scannerului flatbed este cea complet transparentă cu care se pot scană documente de orice dimensiuni prin așezarea scannerului succesiv pe părțile ale documentului, softul realizând suprapunerea fragmentelor de imagini scanate, figura 8.13 dreapta. Un scanner de documente, figura 8.13 jos poate scană în infraroșu pentru identificarea elementelor de siguranță ale actelor de identitate.



Figura 8.13. Scanner flatbed (stânga), sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Image_scanner și scannerul transparent HP (dreapta), sursa http://www.tomshardware.com/reviews/high_781-11.html și un scanner de acte de identitate (jos), sursa <http://www.amazon.com/Scanshell-Portable-Compact-Flatbed-Passport/dp/B000GZBRRE>

Imprimantele multifuncționale conțin un scanner flatbed în structură, figura 8.14 și devin din ce în ce mai uzuale datorită economiei de spațiu, prețului scăzut și posibilității de copiere a unui document chiar dacă calculatorul este oprit. O facilitate suplimentară oferită de majoritatea scannerelor este ADF-ul (Automatic Document Feeder). Dispozitivul ADF este poziționat deasupra scannerului și permite alimentarea automată foaie cu foaie. Multifuncționalele conțin o imprimantă (tratată în capitolul 7), un scanner și unele dintre ele conțin un fax.



Figura 8.14. Multifuncțională cu scanner și ADF, sursa
<http://www.howtogeek.com/102092/buying-guide-printers/>

Caracteristicile cele mai importante ale scannerelor sunt:

Rezoluția se măsoară în dpi (dots per inch sau pixel per inch). Există o rezoluție optică (capacitatea de citire a senzorului) și una software care este mai mare și se obține prin interpolare (calculul software a valorii unor pixeli între cei citiți real). Un scanner obișnuit are o rezoluție optică de 1200dpi iar unul de vârf poate ajunge la 5400dpi. Rezoluția software ajunge curent la 4800dpi dar și la 19200dpi.

Adâncimea de culoare (numărul de nuanțe care se poate distinge) este dat în biți, de regulă este 24 de biți, poate ajunge la 48 de biți în multe scannere și poate depăși aceste valori la variantele de vârf.

Atenție: o rezoluție mare și un număr mare de nuanțe duce la încetinirea scanării și la obținerea unor fișiere de dimensiuni mari. De obicei este nevoie de o comprimare JPEG.

Tipul interfeței este de regulă USB dar poate fi și Ethernet mai ales la multifuncționalele mai scumpe.

O observație importantă este legată de faptul că o parte a aplicațiilor scannerelor a fost preluată de fotografie digitală. Acest lucru este justificat de răspândirea fotografiei

digitale și de unul dintre scopurile ei, de a reda cât mai fidel în format digital imaginea unui obiect. Scannerele și aparatelor de fotografiat au ca și element comun senzorul de imagine. Diferența este că senzorul pentru scanner este liniar, figura 8.15 stânga, iar cel al aparatului foto digital este matricial, figura 8.15 dreapta.



Figura 8.15. Senzorul liniar pentru scanner (stânga), sursa http://www.betterlight.com/how_they_work.html și senzorul matricial al aparatului foto digital (dreapta), sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Active_pixel_sensor

Prima tehnologie de realizare a senzorilor de imagine a fost cu dispozitive cuplate prin sarcină, CCD (charge-coupled device). Acestea au fost inventate în 1969 la AT&T Bell Labs. Într-un CCD matricial, pe fiecare linie, informația poate fi comandată să se deplaceze pixel cu pixel. Un astfel de dispozitiv convertește lumina care cade pe fiecare pixel în sarcină electrică, care poate fi preluată pixel cu pixel prin deplasare la marginea la un contact electric și convertită în informație digitală, figura 8.16.

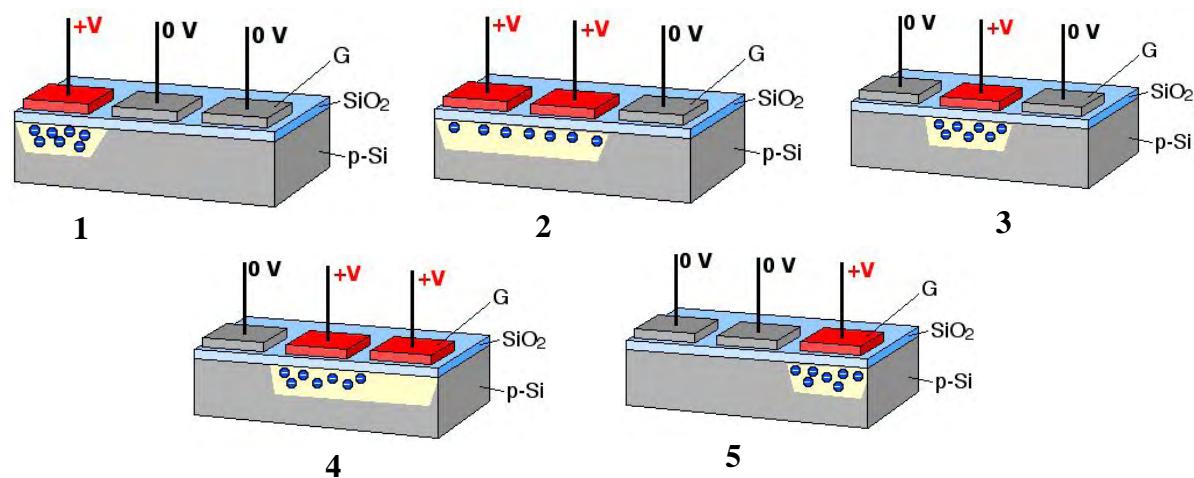


Figura 8.16. Deplasarea sarcinilor în dispozitivele CCD, sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Charge-coupled_device

Polarizarea cu tensiunea +V a primei celule (desenul 1) reține sarcinile în apropierea electrodului de comandă. Aplicarea tensiunii pe electrozii de comandă ai primelor două celule distribuie sarcina în primele două celule (desenul 2), și aşa mai departe până sarcina ajunge în desenul 5 în celula 3.

Pentru preluarea imaginilor color se utilizează filtrul Bayer, figura 8.17. Fiecare pixel este împărțit în 4 sferturi. Filtrul acoperă senzorul și lasă să treacă culorile RGB pe cale un sfert de pixel. Culoarea verde este aplicată la 2 sferturi pentru că ochiul receptează verdale cu o altă sensibilitate.

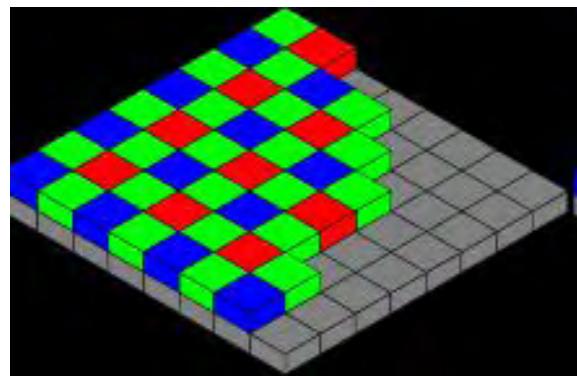


Figura 8.17. Filtrul Bayer, sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Charge-coupled_device

Senzorii CCD sunt folosiți nu doar la aparatelor foto digitale, ci și în aplicații medicale, industriale sau chiar spațiale. Astfel, Sloan Digital Sky Survey este un telescop optic cu lentila de 2,5m cu senzori CCD în New Mexico, figura 8.18.



Figura 8.18. Telescopul Sloan Digital Sky Survey, cu senzori CCD, sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Charge-coupled_device

Senzorii care echipă acum aparatele foto performante sunt senzori în tehnologie CMOS, numiți senzori activi (active-pixel sensor, APS), denumire propusă în 1985 de Tsutomu Nakamura de la Olympus. Fiecare senzor activ conține pentru fiecare pixel un fotodetector și un amplificator integrat.

În figura 8.19 este imaginea senzorului CMOS de la Nikon D5200 de 24Mpixeli

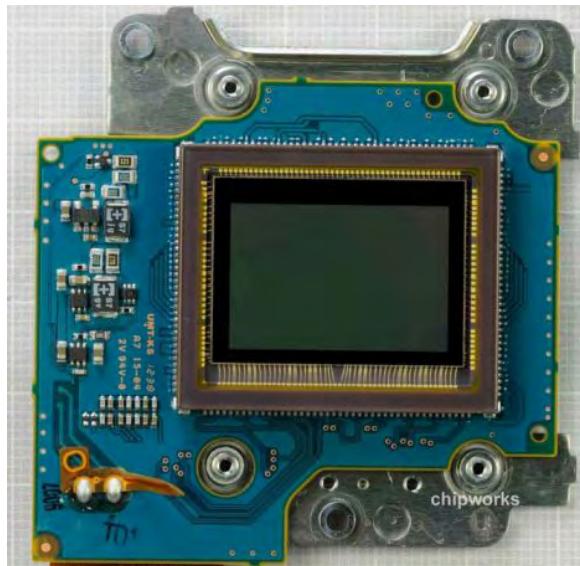


Figura 8.19. Senzorul CMOS de 24Mpixeli de la Nikon D5200, sursa
<http://www.fotoactualidad.com/2013/01/el-sensor-de-la-nikon-d5200-es.html>

8.4.Este diferită imaginea preluată cu tableta grafică de imaginea scanată?

La o imagine vectorială (preluată cu o tabletă de digitizare), prin mărire se pot observa detaliile. Imaginea a fost preluată de la o tabletă în ACAD. În acest mod de reprezentare în calculator fiecare figură geometrică care compune imaginea este caracterizată prin coordonate.

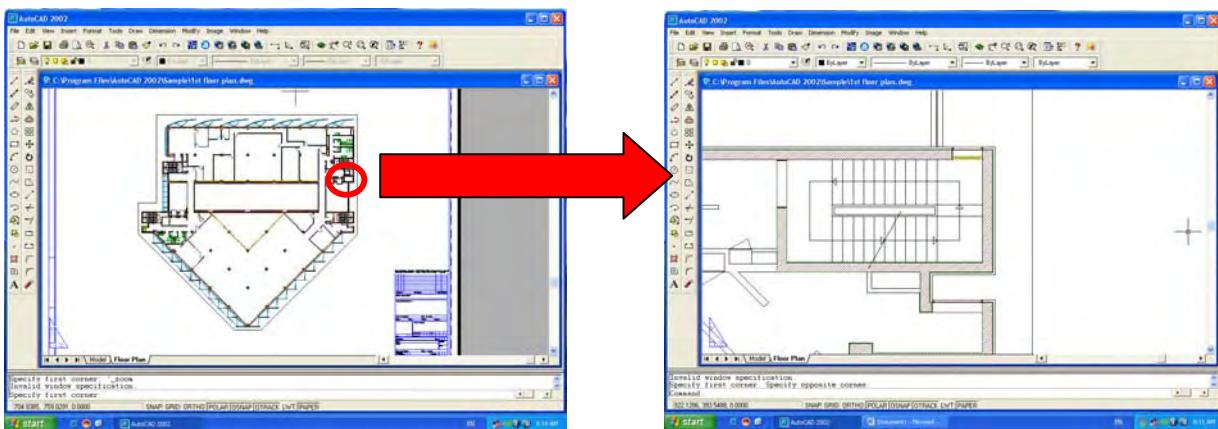


Figura 8.20. Imagine vectorială

La o imagine scanată imaginea este memorată punct cu punct, la rezoluția de scanare (imaginie bitmap). Prin urmare, prin mărirea imaginii detaliile se pierd. Desenul vectorial cu tableta grafică și scanarea au domenii diferite de aplicabilitate.

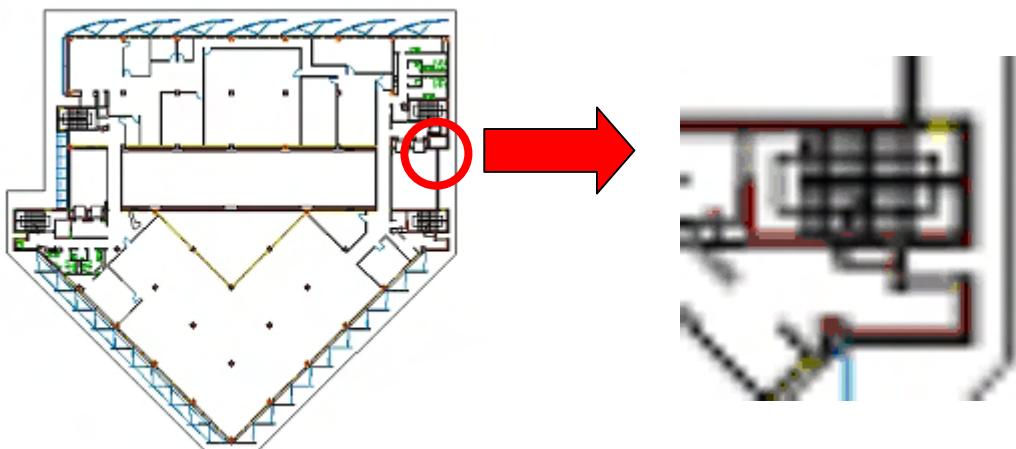


Figura 8.21. Imagine scanată

8.5. Scanner de coduri de bare

Un cod de bare este o reprezentare a informației care arată preț, furnizor, garanție etc. folosit în activitatea comercială dar și în alte activități de recunoaștere, cum ar fi actele prezentate fiscului, date de identitate etc. Informația este stocată în lățimea fiecărei linii și în distanța între linii, figura 8.22. Codul de bare a fost inventat de studentul Bernard Silver în 1948, care l-a propus unei firme de vânzare de alimente pentru identificare. În 1949 a patentat invenția. Patentul a fost cumpărat de RCA în 1952 dar aplicarea s-a făcut mai târziu, la căile ferate americane începând cu anul 1967. În 1981 Departamentul de apărare al SUA a adoptat codul de bare pentru a marca toate produsele militare.



Figura 8.22. Cod de bare unidimensional (stânga), sursa

<https://simple.wikipedia.org/wiki/Barcode> și un cod bidimensional (PDF417), dreapta, sursa <https://en.wikipedia.org/wiki/PDF417>

Codul de bare PDF417, figura 8.22 dreapta, este un cod de bare bidimensional liniar (pe orizontală) stratificat (pe verticală) inventat în 1991 de Ynjiun Wang.

Un cod mai nou apărut este codul Secure Quick Response (SQR sau QR), figura 8.23, un cod bidimensional. Acest cod s-a răspândit în aplicații de plăti electronice și de marketing. Motivul răspândirii acestui cod este faptul că interpretarea lui se face prin analiză de imagine și au fost realizate aplicații pentru telefoanele smart care fac această decodificare, deci nu este nevoie de cititoare speciale.



Figura 8.23. Codul QR, sursa https://simple.wikipedia.org/wiki/SQR_codes

Un cititor de coduri de bare este asemănător cu un scanner. Consta într-o sursă de lumină proiectată pe un cod de bare imprimat, lumina reflectată fiind recepționată cu un senzor. Majoritatea cititoarelor conțin un decodificator de coduri de bare și transmit la ieșire informația decodată conținută de codul de bare.

Cititoarele de coduri de bare se clasifică în:

1. Manuale, sub forma unui creion care trebuie trecut perpendicular pe codul de bare, la care codul de bare trebuie poziționat deasupra cititorului sau la care codul de bare este citit la distanță;
2. Automate, la care lumina este emisă cu o diodă laser și cu o prismă rotitoare se baleiază codul sau la care senzorul optic de citire este ca și la scannere un dispozitiv CCD. Există cititoare de coduri cu cameră video, în care se analizează codul de bare prin tehnici software de analiză de imagini, figura 8.24 sus;
3. Cititoarele omnidirectionale emit o imagine laser complexă în care se baleiază în spațiu cu raze perpendiculare sau orientate după curbe, în scopul citirii codului de bare în orice poziție ar fi acesta, figura 8.24 jos.



Figura 8.23. Scannere de coduri de bare sub forma unui dispozitiv multifuncțional (stânga sus), sursa <http://www.quickembed.com/Tools/Shop/POS/201005/110.html>, sub forma unui dispozitiv de mâna (dreapta sus), sursa <http://cplonline.com.au/pos-systems/barcode-scanners/2d-handheld-barcode-scanner-xl-3100.html> și dispozitive omnidirecționale (mijloc) și imaginea razelor care baleiază codul, sursa http://www.alibaba.com/product-detail/new-pos-barcode-scanner-FG2038-Handfree_1804870978.html. Scanner integrat în masă cu cântar pentru magazine (jos), sursa <http://www.aparaturafiscală.ro/ro/cititoare-coduri-de-bare-fixe/12431-scanner-de-masa-cu-cantar-datalogic-magellan-8300.html>

8.6.Plotter

Plotterul este un dispozitiv de ieșire cu care se pot imprima imagini vectoriale. Limbajul de trimitere a imaginilor grafice cel mai cunoscut este HPGL (HP Graphic Language).

Plotterele pot fi:

1.Pe o suprafață format mare se mișcă în coordonate x și y un cap de scriere (stilou) care desenează forma dorită. Stiloul poate fi înlocuit cu un cuțit și în acest caz se poate tăia un material după un contur dorit. Tăierea poate fi realizată la anumite modele cu laser. Aceste tipuri de plottere sunt foarte lente și în prezent nu se mai comercializează decât în număr foarte mic.

Un exemplu de script HP GL este:

SP1;	se ia stiloul 1
PA500,500;	se poziționează la coordonatele X=500 și Y=500
PD;	stiloul se coboară pe hârtie
PRO,1000;	stiloul se mișcă 1000 de unități pe axa Y
PU;	stiloul se ridică de pe hârtie
SP;	stiloul se reduce la poziția inițială

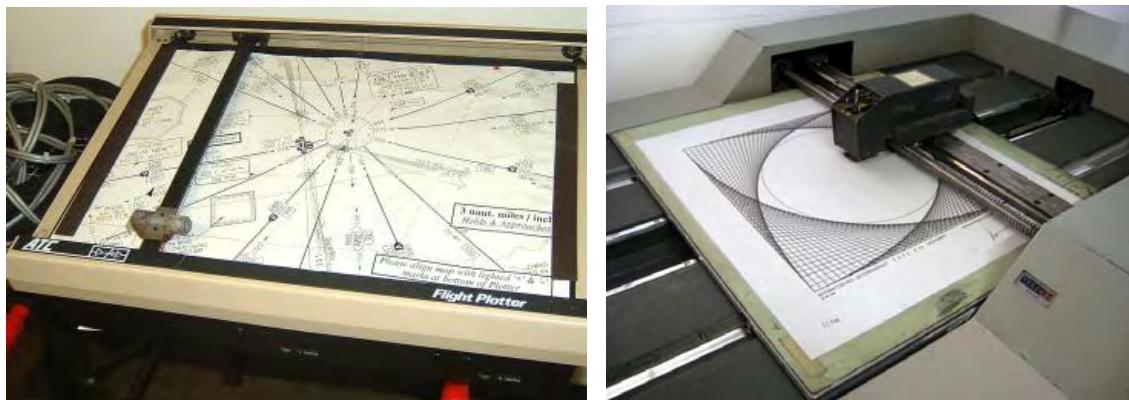


Figura 8.24. Plottere cu stilou, sursa www.montrealaeroplus.com și <https://en.wikipedia.org/wiki/Plotter>

În figura 8.25 se poate vedea principiul deplasării stiloului în coordonate X Y. Un asemenea mecanism nu este greu de conceput și realizat.

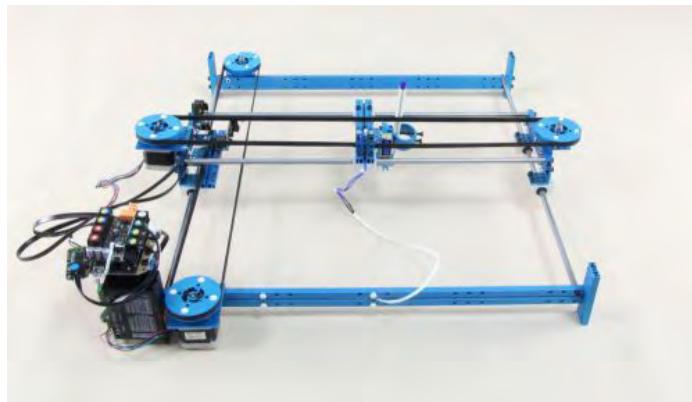


Figura 8.25. Mecanism principal de acționare pentru un plotter, sursa
<http://boards.straighdope.com/sdmb/showthread.php?t=765074>

2.Imprimante de format mare (impropriu numite plottere) care primesc date vectoriale de la calculator (sunt văzute ca plottere de driverul anumitor programe, cum este ACAD-ul) și convertesc datele în format bitmap. Conversia de date necesită multe resurse de calcul aşa încât unele plottere au memorie mare și hard disc. Ca principiu de imprimare este utilizat principiul inkjet. Cu acest tip de plotter nu se poate tăia.



Figura 8.25. Imprimantă cu jet de format mare HP DesignJet T795, sursa
<https://www.cdw.com/shop/products/HP-DesignJet-T795-ePrinter-large-format-printer-color-ink-jet/3352858.aspx?pfm=srh>

Ca și caracteristici imprimanta color cu jet de cerneală HP DesignJet T795, cu un format de 44 inch, are 16Gby RAM, Hard disc de 160G și costă aproape 5000 de dolari.

9. Multimedia și realitatea virtuală

9.1. Multimedia în calculatoarele personale

Multimedia este tehnica media care include în conținut text, imagini statice și filme, animații, sunet, cu posibilitatea interacționii din partea utilizatorului. Primele concepte de multimedia au apărut în anul 1966, iar în 1987 în Detroit, Ford a lansat un nou tip de mașină printr-un spectacol multimedia, fotografia din figura 9.1:



Figura 9.1. Primul spectacol multimedia, în 1987, sursa
<http://www.edwardkobus.eu/the-final-answer-this-is-what-a-multimedia-specialist-does/>

În cadrul evoluției în timp a calculatorului personal, s-a căutat ca acesta să înglobeze generarea și redarea sunetelor și a imaginilor cu o fidelitate cât mai bună. Redarea imaginilor a fost tratată în capitolul 6, iar aici informația trebuie completată cu câteva elemente legate de generarea și redarea sunetelor.

Placa de sunet conține în principal:

1. Un convertor analog digital cu rata de eșantionare de 44kHz (calitate CD), 48kHz (calitate DVD) și poate urca până la 96kHz.
2. Numărul de biți pe eșantion poate ajunge până la 24 de biți, conversiile uzuale fiind pe 16 biți, 44kHz.
3. Un convertor digital analog pentru redarea analogică a sunetului.

O caracteristică importantă a unei plăci de sunet este numărul de canale de ieșire: 2 canale pentru redare stereo, 2+1 redare stereo și un difuzor suplimentar de dimensiuni mari (subwoofer) pentru sunete joase, 5+1 sau 7+1 pentru redare spațială (surround) etc.

Prelucrarea sunetului de către o placă de sunet include amplificare, modificare volum, filtrări, distorsionări și introduceri de efecte în timp real.

Plăcile de sunet pot fi conectate pe magistrală, figura 9.2 stânga sau circuite de sunet pot fi conectate direct pe placa de bază, figura 9.2 dreapta.



Figura 9.2. Placă de sunet conectată pe magistrala PCIe (stânga), sursa <http://www.pcstats.com/articleview.cfm?articleid=2077&page=5> și un circuit de sunet pe placa de bază a unui PC, (dreapta), sursa <http://www.bjorn3d.com/2015/05/gigabyte-x99-ud4p/3/>

Un alt echipament multimedia care există în fiecare casă este aparatul TV. Aparatele TV sunt în prezent din ce în ce mai legate de calculatoare și de Internet și probabil vor forma în curând un tot unitar.

Primele echipamente care au legat aparatul TV de calculatorul personal au fost tunerele TV. Conform <http://www.merriam-webster.com/dictionary/tuner> un tuner este un „electronic device that changes radio signals into sounds or images”. Un tuner TV are rolul de a prelua programele TV de la o antenă sau cablu pe un PC și afișarea lor pe ecranul unui PC. Unele tunere pot prelua semnalul TV și pot salva pe hard disc secvențe sau emisiuni. Cele mai multe tunere TV conțin și o parte de recepție pentru programe radio FM. Standardele TV fiind diferite (NTSC, PAL, SECAM), tunerele TV se vând cu specificarea țării sau standardului. Aceste setări sunt în firmware și eventual pot fi modificate prin update.

Din punct de vedere constructiv tunerele TV pot fi cuplate la calculator cu interfață PCI, PCIe, PCMCIA sau externe (TV box) cu interfață USB. Tunerele pot fi dedicate pentru televiziunea analogică, ele afișând în timp real programul TV. Salvarea datelor implică un spațiu disponibil mare pe hard disc, multe tunere au însă posibilitatea de a comprima datele achiziționate în standard MPEG sau AVI. Plăcile mai noi pot lucra cu televiziune analogică și digitală (hibride), ele fiind echipate cu două tunere independente. Anumite modele de tunere TV admit recepția de la satelit. O placă tuner PCIe este arătată în figura 9.2 (stânga) iar un tuner extern USB în dreapta.

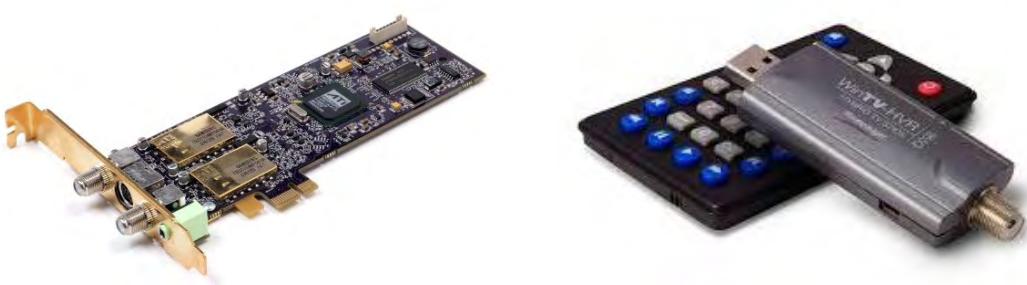


Figura 9.2. O placă tuner PCIe (stânga), sursa https://ro.wikipedia.org/wiki/TV_Tuner iar un tuner extern USB în dreapta, sursa <http://www.amazon.com/Hauppauge-1191-WinTV-HVR-955Q-Tuner-Notebook/dp/B001DEYVXO>

Apropierea televiziunii de calculatoare a dus la răspândirea transmisiilor digitale DVB (Digital Video Broadcasting), descrisă pe scurt la https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Video_Broadcasting. Standardele de transmisie sunt DVB-T (terestru), DVB-C (cablu) și DVB-S (satelit). Dar, aşa cum s-a arătat în subcapitolul 4.6. programele TV pot fi transmise prin Internet, tehnologia fiind numită IPTV, figura 9.3.



Figura 9.3. TV Box DVB-T cu telecomandă (stânga), sursa <http://www.banggood.com/Digital-TV-Box-LCD-or-CRT-VGA-or-AV-Tuner-DVB-T-FreeView-Receiver-p-916084.html> și TV BOX IPTV, dreapta, sursa <http://www.harytech.com/productinfo.asp?id=1092>

Multimedia implică însă și interacțiunea din partea utilizatorului. Un dispozitiv care include realist utilizatorul în anumite aplicații este joystick-ul. Acesta este un dispozitiv de intrare care constă într-un mâner care poate fi mișcat de operator, care

acționează doi traductori de poziție perpendiculari. Traductorii oferă informații asupra înclinației stick-ului. Joystick-ul are de regulă butoane care sunt citite de calculatorul gazdă și care pot fi programate pentru anumite funcții.

Utilizarea joystick-urilor este comună la calculatoare, console de joc, dar poate fi întâlnită și la aparatură industrială de exemplu cărucioare electrice, instalații de ridicare, la cărucioare de invalizi, la avioane de vânătoare, la submarine etc. La unele telefoane este încorporat un joystick miniatură acționabil cu degetul.

Pentru prima oară un astfel de dispozitiv a fost pomenit în 1909 de aviatorul A.E. George, el numindu-se George Stick. În 1944 un joystick cu traductori pe 2 axe a fost folosit în Germania pentru comanda rachetelor. În 1964 joystick-ul a început să fie fabricat în SUA pentru comanda aeromodelelor. Structura unui joystick este dată în figura 9.4.

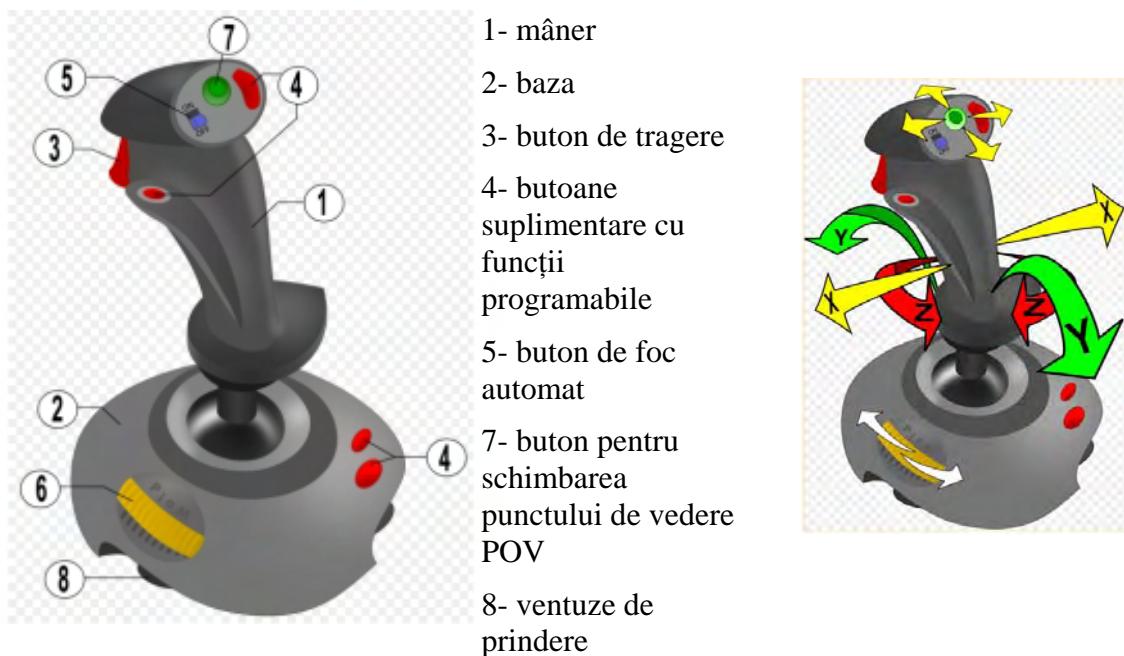


Figura 9.4. Structura unui joystick, sursa <https://ro.wikipedia.org/wiki/Joystick>

În jocuri butonul POV (point of view) poate valida sistemul de meniuri sau poate schimba punctul de vedere al jucătorului iar la avioane butonul poate valida de exemplu comanda eleroanelor. Detalii la <https://en.wikipedia.org/wiki/Joystick>

Joystick-urile pot fi unidimensionale, bidimensionale permitând mișcarea pe 2 axe (cel mai des întâlnite) și tridimensionale, mișcarea pe axa z fiind rotirea, figura 9.4 (dreapta). Butonul POV validează mișcarea pe x pentru a permite o selecție în meniuri.

Joystick-urile pot fi analogice, traductorii de poziție fiind potențiometri sau digitale, traductorii de poziție fiind comutatoare ON-OFF. Joystick-urile industriale utilizează senzori Hall pentru a mări fiabilitatea.

Controlul haptic este tehnologia care creează senzația realistă a atingerii pentru utilizator (https://en.wikipedia.org/wiki/Haptic_technology) și este implementat în joystick-uri prin motoare comandate de calculator care simulează reacția joystick-ului la mișcare (force feedback) sau vibrația. Joystick-urile pentru PC au de regulă interfață USB.

În 1980 firma Airbus a introdus comanda avioanelor cu joystick, o soluție cu avantaje și probleme, figura 9.5.



Figura 9.5. Bordul avionului Airbus cu joystick
<http://video.foxnews.com/v/1615989539001/>

9.2. Realitatea virtuală, simulare și proiecție

Realitatea virtuală ca și concept apare în lucrările unui dramaturg francez și în operele de anticipație începând din anii 1938. În cartea Get Real: A Philosophical Adventure in Virtual Reality (1998) de Philip Zhai autorul explorează implicațiile filozofice și ajunge la concluzia că realitatea virtuală poate deveni la fel de importantă ca realitatea, caz în care vor fi greu de distins. Primele realizări practice sunt legate tot de teatru, în 1962 fiind construită de către Morton Heilig Sensorama, un dispozitiv electro mecanic care permitea proiecțarea de imagini cu sunet, miros și atingere (un fel de cinema 4D), patent USA, figura 9.6.



Figura 9.6. Sensorama, primul dispozitiv care permitea proiectarea de imagini cu sunet, miros și atingere, sursa <http://www.engadget.com/2014/02/16/morton-heiligs-sensorama-simulator/>

Metodele de realizare a realității virtuale sunt:

1. **Simularea** permite realizarea unui model pe calculator care imită comportarea dinamică a unei mașini sau a unui avion, preluând comenzi de la operator și răspunzând operatorului prin force feedback. Simularea constă în imagini, sunet, vibrații, eventual chiar în înclinarea postului de lucru. Această metodă se folosește la simulațiile de conducere auto sau de zbor, fiind folosite și la analiza comportării dinamice a autovehiculului sau a conducerului.
2. **Proiectarea imaginilor simulate** sau preluate din realitate la dimensiune umană normală permite o implicare mai bună în realitatea virtuală.
3. **Imersiunea în realitatea virtuală** înseamnă crearea unui mediu virtual care să nu poată fi distins de mediul real. Se preconizează realizarea imersiunii cu o interfață cu creierul, dar la ora actuală cele mai bune realizări sunt cele cu afișaj la nivelul ochilor, detectarea întoarcerii capului și mănuși.

Un concept ușor în domeniul realității virtuale este Avatarul, un model ales de operator care să îl reprezinte în realitatea virtuală. Acest avatar se poate deplasa în mediul virtual, interacționând cu mediul. Interacțiunea devine din ce în ce mai complexă pe măsură ce capacitatea tehnologică crește. Este de menționat aplicația de rețea Second Life.

Primele realizări de **simulare** aparțin lui Tom Furness care a construit și introdus un simulator de zbor pentru Air Force în 1966.

Simulatoarele de zbor sunt larg utilizate pentru antrenament. Două tipuri de simulatoare pentru elicoptere pot fi văzute în aceste imagini, un simulator profesional figura 9.7 cu cabină mobilă (stânga) și unul mai simplu și ieftin care conține o cabină fixă (dreapta). În fața cabinei se vede imaginea pe LCD a exteriorului. Simulatorul din dreapta este construit de firma TRC Simulators și costă circa 15 mii de dolari.



Figura 9.7. Simulatoare de zbor, în stânga cel produs de CKAS Mechatronics, sursa http://www.ckas.com.au/flight_simulators_27.html și unul simplu produs de TRC Simulators, sursa <http://www.tresimulators.com/trc-simulators-cabins/>

O altă gamă de simulatoare este formată de simulatoarele auto. Simulatorul din figura 9.8. (Apex) este construit de SimCraft și costă 25 mii de dolari. Volanul și pedalele sunt preluate de la Canon și a fost construit un schelet metalic care permite înclinări și rotații. S-a urmărit viteza mare de răspuns a sistemului electronic pentru că răspunsul la comenzi să fie cât mai realist.

Simulatorul pentru formula 1 de la SimXperience este ideal pentru demonstrații. Se pot cupla mai multe simulatoare care să concureze în același cursă. Un calculator (dreapta asigură setările simulatorului).



Figura 9.8. Simulator Sim Craft (stânga), sursa

<http://www.zboost.com/blog/category/cedia-expo-2010/> și simulator SimXperience (dreapta), sursa

<http://simxperience.com/Products/CompleteSimulators/Stage5RacingSimulator.aspx>

Simularea prin proiecții de imagini înlocuiește un echipament sau obiect fizic cu o imagine proiectată. Cea mai cunoscută realizare este tastatura virtuală. O astfel de tastatură poate prelua până la 400 de caractere pe minut.

Tastatura virtuală a fost patentată pentru prima oară de inginerii de la IBM în 1992 și constă într-o imagine proiectată pe orice suprafață și un sistem de urmărire și interpretare a mișcării degetelor, figura 9.9 stânga.

Sistemul de urmărire poate consta în:

1. Cameră video urmărește mișcarea degetelor;
2. Se emite o rază în domeniul infraroșu la suprafața tastaturii care este întreruptă de poziționarea unui deget. Din unghiul razei întrerupte se poate deduce poziția tastei.

Planurile de viitor includ extinderea periferiei virtuale. De exemplu un calculator de mărimea a trei pixuri, unul constituie unitatea centrală, unul proiectează tastatura și unul displayul, figura 9.9 (dreapta).

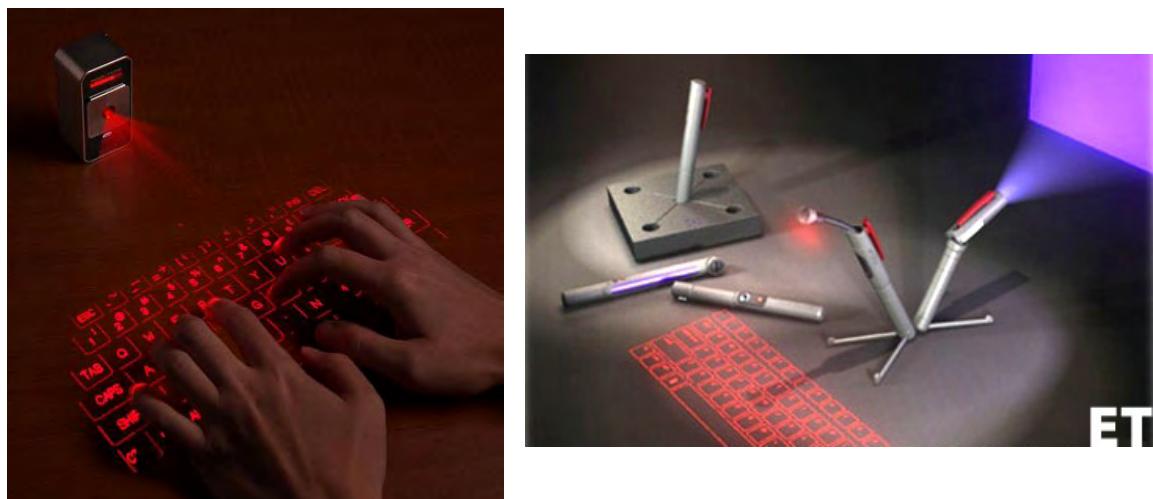


Figura 9.9. Tastatura virtuală (stânga), sursa <http://wordlesstech.com/cube-laser-virtual-keyboard/> și un calculator cu imagine și tastatură proiectată, (dreapta), sursa <http://blogextremetec.blogspot.ro/2006/04/extreme-networking-pen.html>

9.3. Realitatea virtuală prin imersiune

Imersiunea în realitatea virtuală este inducerea senzației de prezență fizică într-un mediu creat virtual de un sistem de calcul (sursa definiției este la [https://en.wikipedia.org/wiki/Immersion_\(virtual_reality\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Immersion_(virtual_reality)) .



Figura 9.10. Imersiunea în realitatea virtuală, sursa [https://en.wikipedia.org/wiki/Immersion_\(virtual_reality\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Immersion_(virtual_reality))

Display-ul cu montare pe cap HMD (Head Mounted Display) este format dintr-un afișaj LCD menținut în fața unui ochi (monocular) sau două afișaje pentru ambii ochi (binocular, imagine stereoscopică).

Cele mai cunoscute realizări sunt în domeniul jocurilor. Prima realizare de referință a fost Glasstron, realizată de Sony în 1997, care are difuzeoare stereo și un senzor de poziție a capului (optional), figura 9.11 stânga. Senzorul de poziție al capului are rolul de a modifica imaginea afișată la mișcarea capului pentru o senzație cât mai realistă.

În figura 9.11 dreapta este arătată o realizare comercială recentă, binoculară, cu rezoluția 800x600, full color (24 biți de culoare), unghi de vedere 40 grade, căști stereo, senzor de poziție a capului, alimentare din USB (Virtual Realities eMagin Z800), cu un preț de circa 1500USD.



Figura 9.11. Display cu montare pe cap Glasstron (stânga), sursa <https://en.wikipedia.org/wiki/Glasstron> și eMagin Z800 (dreapta), sursa <http://www.emagin.com/>

HMD poate afișa o imagine generată de calculator (CGI), o imagine reală captată de o cameră video sau o imagine combinată în care imaginea CGI este suprapusă peste imaginea reală formând astfel realitatea augmentată. Ca aplicații a realității augmentate se pot menționa HMD pentru piloți sau HMD de uz militar pe care se afișează informații adiționale, imagini termice, hărți, distanțe etc.

Urmărirea mișcării mâinii a fost o completare pentru display-ul cu montare pe cap. Mănușa este legată de jocul Nintendo, unde a fost folosită pentru prima dată. Mănușa realizată după principiile enunțate de T. Zimmerman în 1989 și fabricată de Mattel, figura 9.12 stânga a stat la baza realizărilor comerciale ulterioare. Mănușa conține butoane pentru meniuri și diverse setări. În jocuri mănușa nu a fost un mare succes comercial.



Figura 9.12. Mănușa Power Glove, (stânga), sursa

https://en.wikipedia.org/wiki/Power_Glove și mănușa CyberGlove (dreapta), sursa

<http://www.cyberglovesystems.com/>

Ca principiu de funcționare mănușa conține 2 emițătoare ultrasonore (40kHz) și 3 senzori pe fiecare deget. Prin triangulație se determină punctul de îndoire al degetului. Alte realizări se bazează pe diferența de rezistență electrică a unui material care se deformează. O mănușă modernă, CyberGlove, figura 9.12 dreapta, are interfață wireless și realizează o precizie de măsurare de 1 grad. Mănușa conține 22 de senzori miniatură iar rata de eşantionare este de 100Hz. Mănușa transmite coordonate x, y, z și informații referitoare la rotația pe cele 3 axe.

Următoarea etapă în dezvoltarea realității virtuale a fost urmărirea mișcării corpului. Achiziția datelor de mișcare a corpului (motion capture, motion tracking) este procesul prin care este urmărită și înregistrată mișcarea corpului pentru realizarea unui model digital, https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture. Utilizările sunt în domeniul militar, medical, al jocurilor pe calculator, în cinematografie etc. La realizarea filmelor animate se folosește această metodă pentru a ușura proiectarea mișcării personajelor animate. În timpul filmărilor la Avatar, James Cameron a văzut în fiecare moment pe un ecran informația primită de la traductori, văzând astfel în timp real ceea ce vor vedea spectatorii.

Sistemele optice de înregistrare preiau date de la senzori puși pe corp cu camere de luat vederi, date care sunt interpretate pentru obținerea unor coordonate. Senzorii sunt reflectivi, ajungând la câteva sute la un corp uman, figura 9.13.. Camera preia date cu o rezoluție de sute de Hz (maximum 2kfps) și o rezoluție de 4Mpixeli, prețul unui astfel de sistem fiind de ordinul sutelor de mii de dolari. O problemă este atunci când 2 senzori se întrelăsă, fiind dificil de identificat după îndepărțare. O altă variantă de senzori sunt cei care emit lumină cu diode LED, astfel fiind realizat Star Gate SG1 și Van Helsink. Modularea luminii emise rezolvă problema identificării senzorului după întrelăsire cu alt senzor. Evoluția în analiza imaginilor a făcut posibil să apară sisteme care urmăresc mișcarea corpului fără senzori.

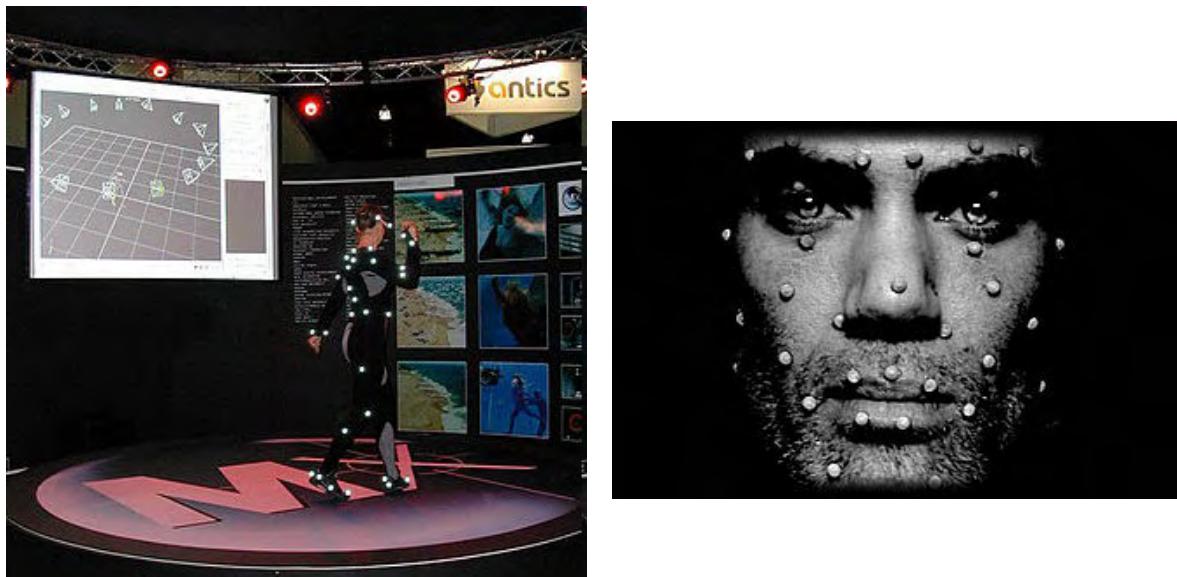


Figura 9.13. Sisteme optice de înregistrare pentru urmărirea mișcării corpului. O dansatoare cu un costum cu senzori reflectivi (stânga) și senzori aplicați pentru urmărirea expresiei faciale (dreapta).sursa
https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture

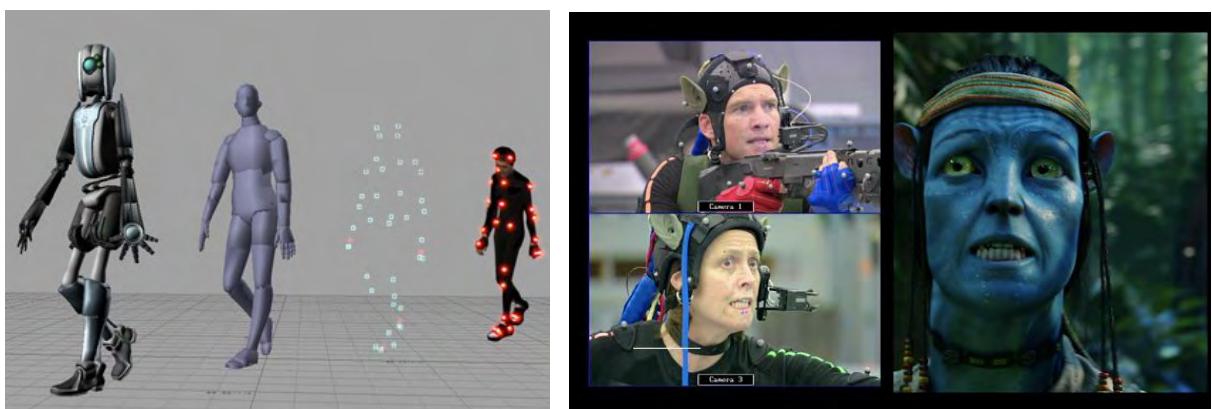


Figura 9.14. Compunerea unei imagini animate prin urmărirea mișcării unei persoane acoperită cu senzori. Sistemul de măsurarea asigură o rezoluție de 3600x3600 la 480Hz asigurând o înregistrare în timp real și cu precizie milimetrică a mișcării, sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture (stânga) și urmărirea mișcării corpului în filmul Avatar, sursa <http://www.cgchannel.com/2012/01/interview-avatar-mocap-producer-james-knight/>

Alte sisteme de urmărire a mișcării corpului sunt sistemele inerțiale care folosesc giroscoape pentru urmărirea mișcărilor. Avantajul este că nu trebuie camere de luat vederi, dar giroscoapele sunt afectate de erori care se acumulează în timp. Sistemele mecanice constau într-un exo-schelet în care fiecare articulație mișcă un potențiometru. Datele sunt preluate de un microcontroller și transmise wireless. Prețul unui sistem mecanic poate ajunge sub 25 de mii de dolari.

Un sistem inerțial și mecanic de urmărire este Gypsy 6 care are 37 de potențiometri și 2 giroscoape în 17 încăieturi mobile, figura 9.15. Pot fi urmărite wireless până la 16 persoane. Rata de achiziție este de 120fps iar distanța de 200m afară și 50m în interior. Precizia senzorilor este de un grad. Greutatea costumului este de 6kg.



Figura 9.15. Sistemul inerțial și mecanic de urmărire Gypsy 6, sursa

<http://pubs.sciepub.com/ajme/1/7/12/>

Aplicațiile cu exoschelet au depășit nivelul realității virtuale, ca și ochelarii cu realitate augmentată. Astfel DARPA (Defense Advanced Research Projects Administration, USA) testează exoschelete cu scopul măririi distanței de marș a militarii, figura 9.16.



Figura 9.16. Exoschelet în aplicații militare, “DARPA Tests Battery-Powered Exoskeletons on Real Soldiers”, sursa

<http://spectrum.ieee.org/video/robotics/military-robots/darpa-tests-batterypowered-exoskeletons-on-real-soldiers>

În aplicații ale realității virtuale prin imersiune, în jocuri, se folosesc veste pentru a accentua senzația de implicare. Sub 200 de dolari se poate obține o vestă care conține 8 zone de presiune în care presiunea poate fi comandată din jocuri. La un impact în joc crește presiunea zonei lovite cu atât mai mult cu cât impactul este mai puternic. În figura 9.17 se poate vedea o astfel de vestă realizată de un student și prezentată la sesiunea de comunicări a studenților, ediția 2014.



Figura 9.17. Vestă pentru simularea impactului

9.4.Giroscopul

Giroscopul este un dispozitiv pentru măsurarea sau păstrarea orientării în spațiu bazat pe principiul conservării momentului unghiular. Cea mai cunoscută aplicație este măsurarea înclinației unui avion, fotografiile din figura 9.18.



Figura 9.18. Indicatoare de înclinație pentru avioane, sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Attitude_indicator, http://cfi-wiki.net/w/Gyroscopic_Instruments

Primul giroscop a fost realizat în Germania în 1817 dar denumirea actuală și forma au fost definitivate de Foucault în 1852, fotografia din figura 9.19 stânga. Principiul de funcționare al giroscopului poate fi înțeles din figura 9.19 dreapta. Rotorul se rotește cu o viteză mare și modificările de poziție ale ramei fixe lasă rotorul în poziția orizontală din cauza inerției.

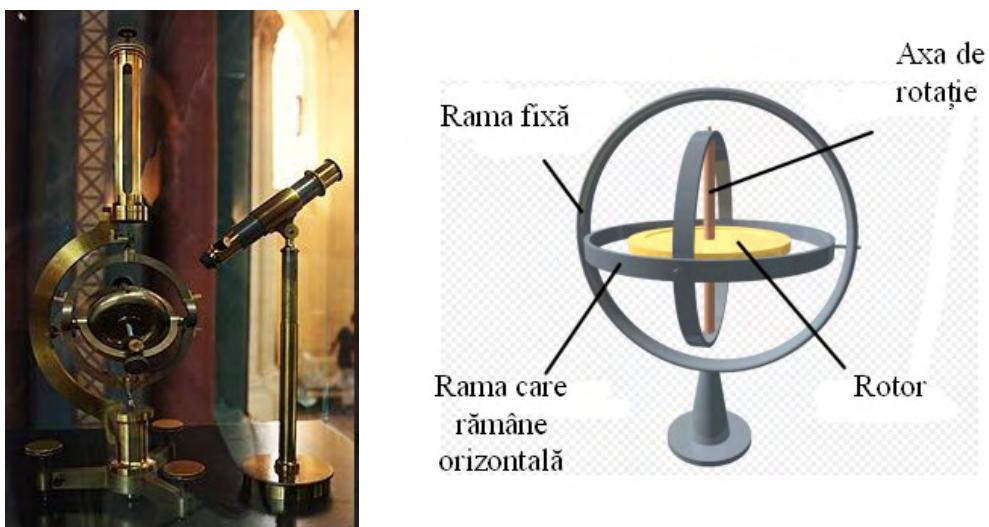


Figura 9.19. Giroscopul lui Foucault în 1852 și principiul de funcționare, sursa <https://en.wikipedia.org/wiki/Gyroscope>

Giroscopul semiconductor conține un cristal segmentat, figura 9.20. Cele 2 segmente vibrează pe axa x, comanda fiind aplicată pe pinii de *operare*. Înclinarea giroscopului are ca efect apariția mișcării pe axa y care poate fi detectată și care este proporțională cu înclinarea giroscopului.

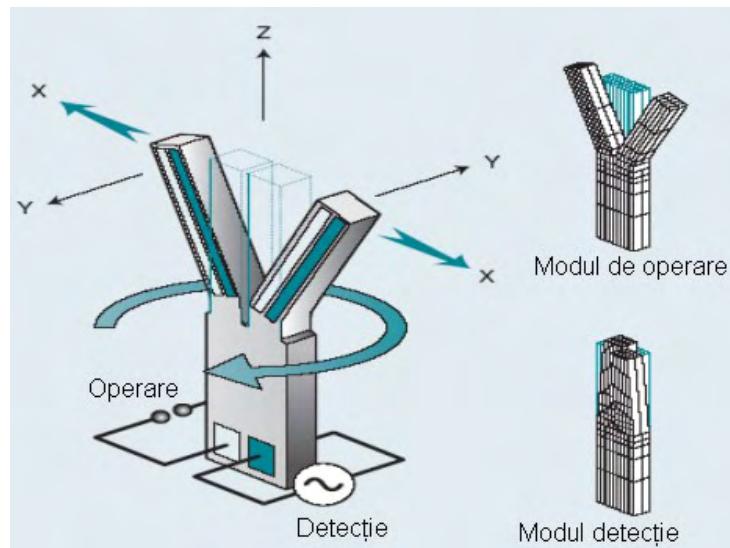


Figura 9.20. Prințipiul de funcționare al giroscopului semiconductor Fujitsu

Una dintre aplicațiile cele mai des întâlnite a giroscopelor în afara domeniului aviației și a construcției dronelor este stabilizatorul optic de imagine al aparatelor foto. Stabilizatorul optic de la Nikon se numește Vibration Reduction și are schema bloc dată în figura 9.21.

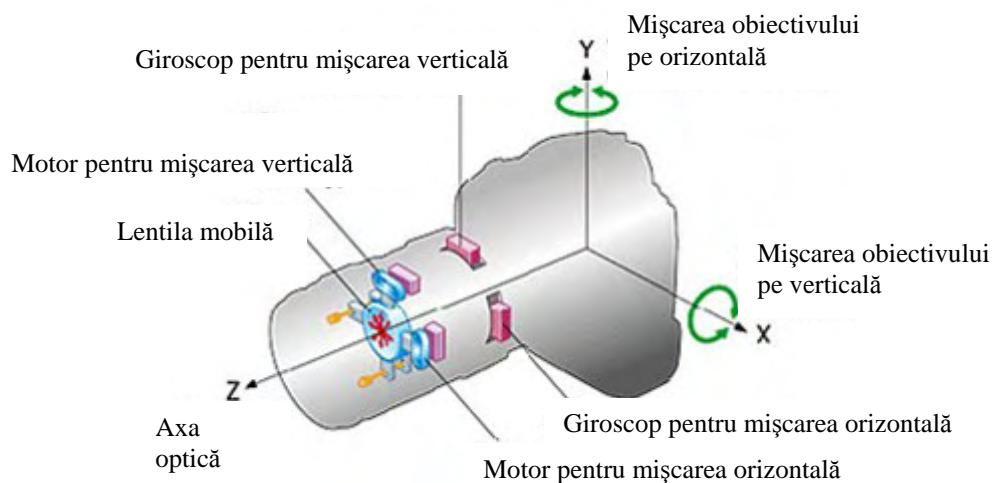


Figura 9.21. Prințipiul stabilizatorului de imagine, sursa
http://www.nikon.com/about/technology/rd/core/software/vr_e/

Înclinarea obiectivului este măsurată cu 2 giroscop, unul măsoară înclinarea pe verticală și unul pe orizontală. Semnalul proporțional cu înclinarea comandă 2 motoare, unul care mișcă lentila mobilă pe verticală și unul care mișcă lentila mobilă pe orizontală. Stabilizatorul de imagine are rolul de a asigura o fotografie bună chiar când subiectul sau mâinile fotografului se mișcă, lentila mobilă rămânând fixă.

Giroscopul intră în prezent în structura terminalelor smartphone, făcând posibilă întoarcerea automată a imaginii la înclinarea terminalului. În figura 9.22. se poate vedea circuitul care conține giroscopul într-un anumit model de smartphone.



Figura 9.22. Giroscopul în smartphone, sursa <https://www.idevice.ro/tag/giroscop/>

O aplicație realizată la proiect de diplomă a constat în măsurarea și afișarea înclinației unui automobil, aplicație utilizabilă ca aparat de bord. În figura 9.23 se vede afișajul care afișează atât valoarea numerică a înclinației cât și o bară mobilă care indică sugestiv înclinația. În aplicații de comandă pentru navigare a dronelor se poate utiliza un circuit integrat (L3G4200D) care conține 3 giroscop, având astfel capacitatea de a măsura înclinația pe 3 axe.

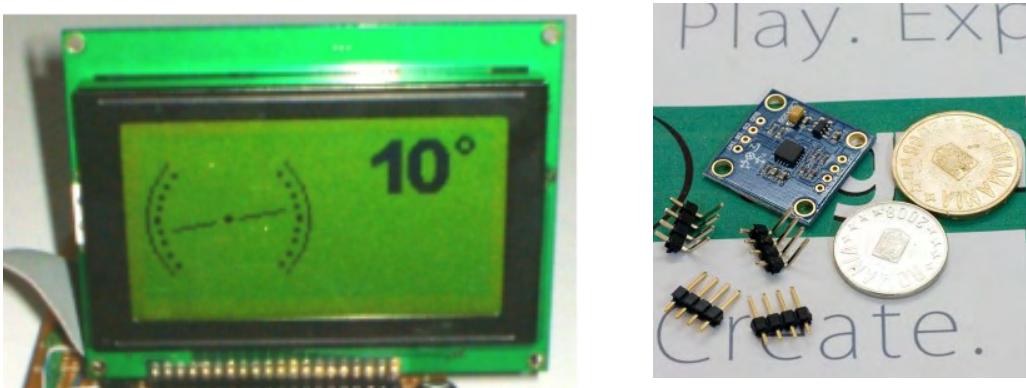


Figura 9.23. Afișarea înclinației măsurată cu giroscop în cadrul unui proiect de diplomă (stânga) și un circuit care conține un giroscop triaxial, sursa https://www.teguna.ro/produse/Module/senzori/Giroscop_triaxial_L3G4200D

Mai multe detalii despre noțiunile parcurse în capitolul 9 pot fi găsite în [15.Bibliografie](#), [30, 31].

10. Telefonul mobil ca și calculator

Telefonul mobil este un calculator și în prezent este cel mai răspândit calculator, aşa cum arată statisticile, figura 10.1.

Worldwide Device Shipments by Segment (Thousands of Units)			
Device Type	2013	2014	2015
Traditional PCs (Desk-Based and Notebook)	296,131	276,221	261,657
Ultramobiles, Premium	21,517	32,251	55,032
PC Market Total	317,648	308,472	316,689
Tablets	206,807	256,308	320,964
Mobile Phones	1,806,964	1,862,766	1,946,456
Other Ultramobiles (Hybrid and Clamshell)	2,981	5,381	7,645
Total	2,334,400	2,432,927	2,591,753

Source: Gartner (June 2014)

Figura 10.1. Statistica vânzărilor de calculatoare pentru anii 2013, 2014 și 2015 (pentru 2015 date previzionate), sursa <http://marketingland.com/2015-will-4-android-devices-every-windows-device-90227>

În 2015 atât numărul telefoanelor cât și al tabletelor depășește numărul calculatoarelor vândute. Ca urmare sistemul de operare Windows nu este cel mai răspândit sistem de operare, locul acestuia fiind luat de Android, figura 10.2.

Worldwide Device Shipments by Operating System (Thousands of Units)			
Operating System	2013	2014	2015
Android	898,944	1,168,282	1,370,893
Windows	326,060	333,419	373,694
iOS/Mac OS	236,200	271,115	301,349
Others	873,195	660,112	545,817
Total	2,334,400	2,432,927	2,591,753

Shipments include mobile phones, ultramobiles (including tablets) and PCs

Source: Gartner (June 2014)

Figura 10.2. Statistica numărului de sisteme de operare instalate în anii 2013, 2014 și 2015 (pentru 2015 date previzionate), sursa <http://marketingland.com/2015-will-4-android-devices-every-windows-device-90227>

Se poate vedea că în 2015 numărul de sisteme de operare Android este de 4 ori mai mare decât a sistemelor de operare Windows, ceea ce arată mutarea centrului de greutate către calculul mobil.

10.1. Istoria telefonului mobil

Apariția comunicațiilor mobile a fost anticipată la începutul secolului XX. În 1926 Karl Arnold a realizat un desen care anticipă utilizarea telefonului mobil, chiar dacă forma telefoanelor nu este cea cu care suntem obișnuiți, figura 10.3.



Figura 10.3. Desenul lui Karl Arnold, 1926, care anticipează utilizarea telefoanelor mobile, sursa https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_mobile_phones

Primul serviciu de telefonie mobilă pentru automobile a fost lansat în 1946 de către Bell Labs în SUA. În 1949 a fost realizat în SUA un serviciu de telefonie mobilă celulară de către firma AT&T numit Mobile Telephone Service. În 1965 serviciul a fost perfecționat, permînd ca utilizatorii să formeze numerele de apel. Până în acest moment utilizatorii apelau la un operator. Primele telefoane mobile pentru utilizare personală au fost realizate în 1973 de către Motorola, figura 10.4 stânga.

Prima generație a telefoniei mobile (1G) a fost telefonia analogică care s-a dezvoltat începând în anii 1980 și a durat până la închiderea ultimei companii de telefonie mobilă analogică în 2008. În 1990 a apărut generația a doua prin standardele european (GSM) și american (CDMA), o generație de telefonie mobilă digitală. Câteva telefoane cu alimentator din această generație sunt prezentate în figura 10.4, dreapta.

Generația a treia (3G) a apărut în anul 2000 datorită răspândirii telefoniei mobile prin creșterea numărului de utilizatori și a zonei geografice largi de răspândire, și a

creșterii pretențiilor utilizatorilor pentru acces Internet. La generația 3G s-a trecut de la comutarea de circuite la comutarea de pachete. Pachetele sunt siruri seriale de date binare și în această carte s-a vorbit despre ele la [2.3.Analog, digital, paralel, serial și informații utile](#), și la [4.1.Codificarea datelor seriale](#).



Figura 10.4. Martin Cooper de la Motorola cu primul telefon mobil (stânga) și telefoane 2G, digitale (dreapta), sursa

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_mobile_phones

În 2009 a devenit clar că aplicațiile media au nevoie de o viteză și mai mare de comunicație și a apărut generația 4G, cea a rețelelor de comunicații IP. Câteva explicații despre IP se găsesc în această carte la [4.Rețele de calculatoare](#), și în [4.6.Alte dispozitive IP](#). În prezent creșterea complexității telefoanelor mobile a făcut ca acestea să aibă puterea de calcul a calculatoarelor clasice, iar comunicațiile IP sunt comune acum calculatoarelor și telefoanelor.

Primul telefon inteligent (numit în engleză smartphone, denumire preluată și la noi) este considerat telefonul IBM Simon, apărut în 1994, figura 10.5. stânga. Telefonul era prevăzut cu aplicații de hărți, știri etc. În 2007 Apple a introdus iPhone iar în 2008 a apărut primul telefon cu Android, HTC Dream.

În 2013 au apărut telefoane cu afișaj OLED ([6.3.Afișaje electroluminiscente](#)), iar conectivitatea telefoanelor a fost mult îmbunătățită prin accesul Wi-Fi ([5.3.Acces în rețele locale \(Wireless Local Area Network\)](#)).

Cele mai importante sisteme de operare pentru smartphone sunt acum Android, iOS, Windows Phone și BlackBerry iar procesoarele sunt dual core sau quad core, explicații fiind în carte la [2.1.Noțiuni introductive despre unitatea centrală de prelucrare date și memorie](#) și [2.4.Structura și funcționarea unui procesor](#).

Un smartphone la nivelul anului 2015 este prezentat în figura 10.5 dreapta.



Figura 10.5. Primul smartphone, 1994, sursa <https://en.wikipedia.org/wiki/Smartphone> și un smartphone transparent (2015), sursa <http://innov8tiv.com/anticipated-smartphones-2015/>

10.2.Structura telefonului mobil

În figura 10.6 este prezentată structura sumară a unui telefon inteligent. Schema bloc a fost divizată în 2 părți, una gestionată de un circuit procesor de aplicații și una gestionată de un procesor de prelucrări în banda de bază. Prelucrările în banda de bază sunt prelucrări digitale care pregătesc transmisia și receptia fără fir. Conform definiției din <http://searchnetworking.techtarget.com/definition/baseband> banda de bază este “*Any frequency band on which information is superimposed, whether or not the band is multiplexed and information is sent on subbands. In this usage, there is sometimes the meaning that the frequency band is not shifted to some other frequency band but remains at its original place in the electromagnetic spectrum*”.

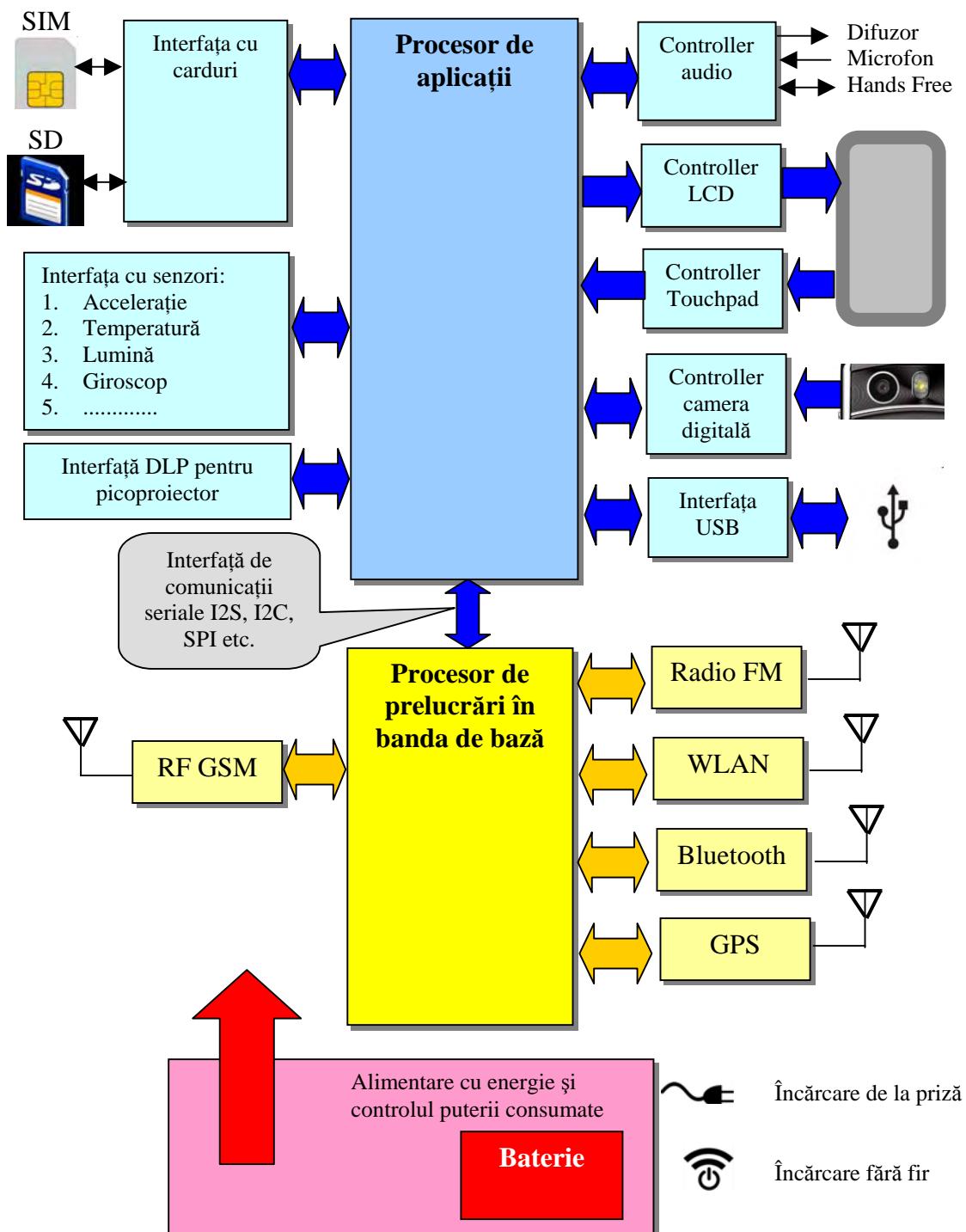


Figura 10.6. Schema bloc a unui smartphone

Procesorul de aplicări asigură preluarea datelor de la dispozitivele de intrare și trimiterea datelor la dispozitivele de ieșire. Preia date de la senzorul de atingere al ecranului sensibil (touchscreen), de la camera digitală, și de la senzorii cu care este echipat telefonul: senzor giroscopic, de temperatură, de accelerație, de lumină folosit de exemplu pentru a regla luminozitatea ecranului în funcție de lumina ambientală etc.

Date de ieșire sunt trimise la ecranul LCD, LED sau electroluminiscent, iar transferul de date este bidirectional cu interfața USB de conectare la un calculator gazdă, la controllerul audio care convertește analog digital semnalul de la microfon și digital analogic datele spre difuzor și cu cardurile care pot fi citite sau scrise. Procesorul pentru prelucrări în banda de bază asigură comunicația bidirectională prin GSM, WLAN (Wi-Fi), Bluetooth și preia datele GPS, fiecare funcție fiind realizată prin intermediul către unui transceiver specializat. Un modul intern important este cel care gestionează energia, asigură încărcarea bateriei și modurile de economie de energie. În figura 10.7 se poate vedea un telefon Samsung Galaxy S3 dezasamblat, la care se poate vedea dimensiunea mare a bateriei față de cablajele cu circuite.



Figura 10.7. Telefon Samsung Galaxy S3 dezasamblat, sursa
<http://www.slideshare.net/YongHeuiCho/4smartphone-hw-architecture>

Pentru mai multe detalii privind structura unui smartphone se pot consulta paginile:

1. http://m4d.colfinder.org/sites/default/files/Slides/M4D_Week1_Mobile_Hardware.pdf
1. <http://www.slideshare.net/YongHeuiCho/4smartphone-hw-architecture>
2. http://www.ti.com/solution/handset_smartphone
3. <http://www.cirrus.com/en/products/c/smartphone.html?adCampId=smartphone>

Detalii despre comunicația I2S poate fi găsită la:

<https://www.sparkfun.com/datasheets/BreakoutBoards/I2SBUS.pdf>

Cea mai bună dovedă că smartphone-ul este un calculator reiese din tabelul următor, în care se face corespondența dintre modulele componente și capitole din această carte. Tabelul poate fi utilizat și de către cititorul care a deschis prima dată cartea la acest capitol în care este prezentat smartphone-ul și care prin acest tabel poate naviga în toată cartea.

Controller audio	9.1.Multimedia în calculatoarele personale
Controller video	6.5.De ce este nevoie de controlere grafice?
Afișaj LCD	6.1.Afișaje LCD și 6.3.Afișaje electroluminiscente
Touchpad	8.1.Ecrane sensibile la atingere (Touchscreen)
Giroscop	9.4.Giroscopul
Wi-Fi	5.3.Acces în rețele locale (Wireless Local Area Network)
Bluetooth	5.5. Rețele de senzori (Wireless Sensor Networks (WSN))
Camera digitală	8.3.Scanner
Proiector DLP	6.4.Proiectoare LCD

10.3.Alimentarea cu energie

Răspândirea telefoanelor mobile a adus cu sine și probleme. Una dintre problemele ridicate de sistemul de alimentare cu energie a fost că fiecare producător de telefoane a construit propriul tip de încărcător iar schimbarea telefonului însemna și schimbarea alimentatorului. Comisia Europeană a afirmat că *"Incompatibility of chargers for mobile phones is a major environmental problem and an inconvenience for users across the EU. Currently specific chargers are sold together with specific mobile phones. A user who wants to change his/her mobile phone must usually acquire a new charger and dispose the current one, even if this is in perfect condition. This unnecessarily generates important amounts of electronic waste... Harmonising mobile phone chargers will bring significant economic and environmental benefits... Consumers will not need to buy a new charger together with every mobile phone.."*" (sursa http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-09-301_en.htm). În 2009 Comisia Europeană a propus unificarea încărcătoarelor și producerea unui tip de încărcător standardizat prin USB, cu specificațiile numite EPS (common External Power Supply). În 2011 a fost publicat standardul IEC 62684:2011 privind alimentarea cu acest tip de încărcător.

Interfața USB clasică poate furniza 0,5A la fiecare port pentru alimentarea dispozitivelor cuplate. Pentru a realiza o încărcare mai rapidă a telefoanelor au fost create porturi speciale la USB numite porturi de furnizare de energie (Power Delivery). Pentru aceste porturi a fost creată o conectică și cabluri speciale, numite USB tip C, pentru a le diferenția de cele de tip A și B (A folosit la porturile din calculatorul gazdă din care se transmite energia și B la porturile din echipamentele

periferice care sunt alimentate). Astfel, la USB tip C porturile PD pot furniza 5V și 1,5A (7.5W) sau la tensiuni mai mari până la 36W la 12V, 60W și 100W la 20 V.

În figura 10.8 este prezentat alimentatorul standard prin USB. Se poate menționa că pot exista alimentatoare la care cablul USB nu este dețașabil.

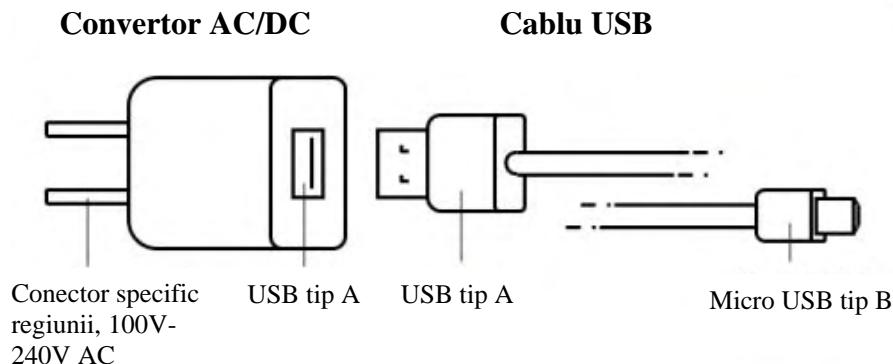


Figura 10.8. Alimentatorul prin USB, sursa

https://en.wikipedia.org/wiki/Common_external_power_supply

O problemă pe care o simt toți utilizatorii de telefoane inteligente este că autonomia acestora este mai redusă decât a telefoanelor mobile din generația anterioară. Plusul de conectivitate oferit de telefoanele inteligente (Wi-Fi, Bluetooth, GPS), afișajele mai mari, procesoarele mai puternice consumă mai mult și telefonul trebuie încărcat mai des. Un exemplu de articol care abordează această situație este <http://www.itworlddaily.in/battery-and-their-autonomy-the-breakthrough-in-smartphones-for-next-year/>

Până la progresele promise de tehnologie de a oferi acumulatori cu volum mai mic și densitate mai mare de energie se pot folosi metode de încărcare mobile. O baterie externă mobilă dedicată încărcării unui telefon sau alimentării oricărui dispozitiv USB este prezentat în figura 10.9. Dispozitivul poate furniza 10Ah, timpul de încărcare este de 5 ore, greutatea este de 250g și este prevăzut cu 2 porturi.



Figura 10.9. Baterie externă, sursa <http://www.digitaltrends.com/mobile/best-portable-battery-chargers/>

Încărcarea fără fir a telefoanelor se poate realiza prin transferul de energie la distanțe mici prin intermediul câmpului electromagnetic, prin cuplaj inductiv sau capacativ. În figura 10.10 este prezentat principiul transferului inductiv (sus) și un telefon care admite acest tip de încărcare și în care se vede bobina.

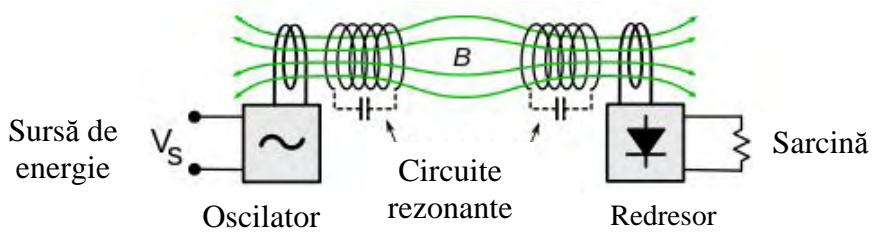


Figura 10.10. Încărcarea inductivă, principiu (sus), sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_power și o bobină de transfer din interiorul unui telefon, sursa <http://blog.dx.com/charge-your-cell-phone-with-diy-wireless-charging-module/>

Transferul cu circuite rezonante este o realizare din anul 2007 a unei echipe de la MIT condusă de Marin Soljačić.

În figura 10.11 este prezentat principiul transferului prin cuplaj capacativ. Transferul de energie este realizat între două plăci conductive active P1 și P2, iar două plăci conductive pasive de mari dimensiuni P3 și P4 asigură închiderea circulației curentului.

Primele studii în legătură cu transportul energiei fără fir îi aparțin lui Nikola Tesla (1856 – 1943), care a mai fost pomenit în [5.1. Introducere și istoric](#). În figura 10.12 este o fotografie a lui Tesla prin care a transmis energie la 18m unor becuri prin câmpul generat de mai mulți stâlpi, care se văd în fotografie, în spate.

În figura 10.13 este prezentat un sistem actual de încărcare fără fir a telefoanelor.

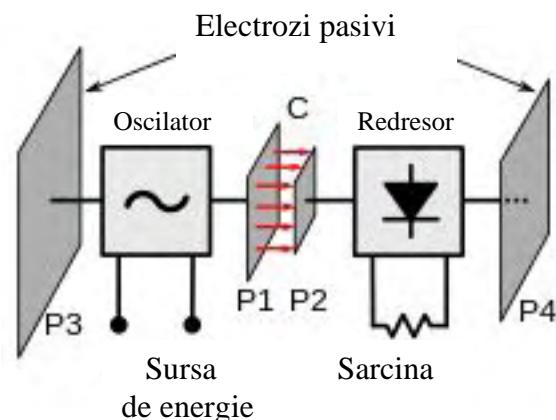


Figura 10.11. Principiul transferului prin cuplaj capacativ, sursa
https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_power

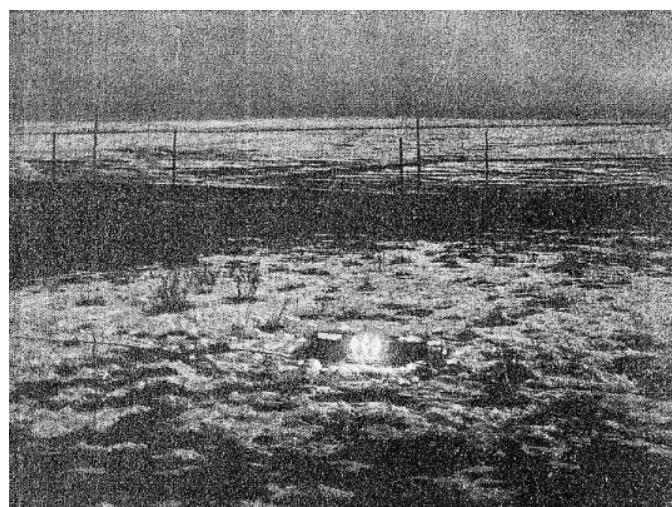


Figura 10.12. Transmisia fără fir a energiei, un experiment a lui Tesla, sursa
https://en.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla



Figura 10.13. Telefoane cu sistem de încărcare fără fir, sursa
<http://topmobiletrends.com/chargers-future-wireless-chargers-solar-power-chargers/>

10.4. Descrierea unor module interne din telefoanele inteligente

Controllerul audio care intră în componența calculatoarelor PC a fost descris sumar în această carte în [9.1. Multimedia în calculatoarele personale](#). Prin prezentarea unui controller audio pentru telefoane inteligente în acest capitol este adusă o nouă dovadă a încadrării telefoanelor în categoria calculatoare.

În figura 10.6 se poate vedea locul controllerului audio în schema bloc a unui telefon mobil. În continuare controllerul audio va fi detaliat, folosind ca și exemplu de implementare setul de două circuite de la Cirrus Logic, format dintr-un codec CS42L73 și un amplificator în clasă D, CS35L01. Figura 10.14 arată sugestiv, într-o abordare de la general la particular sau altfel spus de la simplu la complex locul și structura detaliată a controllerului audio.

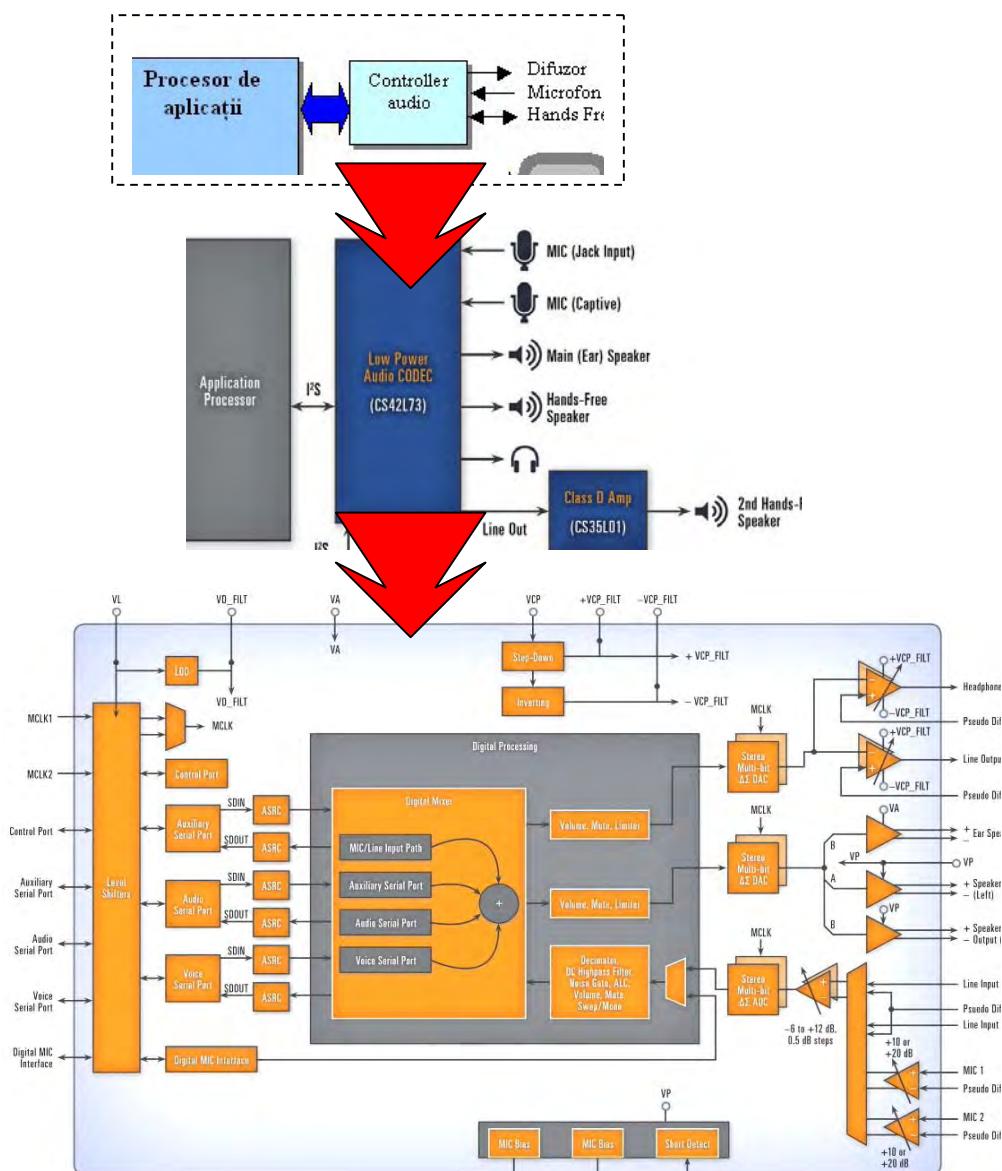


Figura 10.14. O viziune de la simplu la complex a unui controller audio, sursa <http://www.cirrus.com/en/products/c/smartphone.html?adCampId=smartphone>

Din figura 10.14 se poate remarca că prin reprezentarea controllerului audio ca un bloc (îmaginea de sus) sau chiar reprezentarea prin împărțirea după funcționalități în două blocuri (îmaginea din mijloc) nu poate lămuri ce face circuitul. Imaginea de jos, cea mai detaliată este prea complexă pentru a putea fi înțeleasă de un începător. Astfel de scheme bloc detaliate pot fi găsite pentru fiecare bloc din figura 10.6 pe site-urile producătorilor de circuite.

Într-o astfel de situație cea mai bună soluție este prezentarea principală a structurii controllerului, analizând funcționalitatea blocurilor componente, figura 10.15.

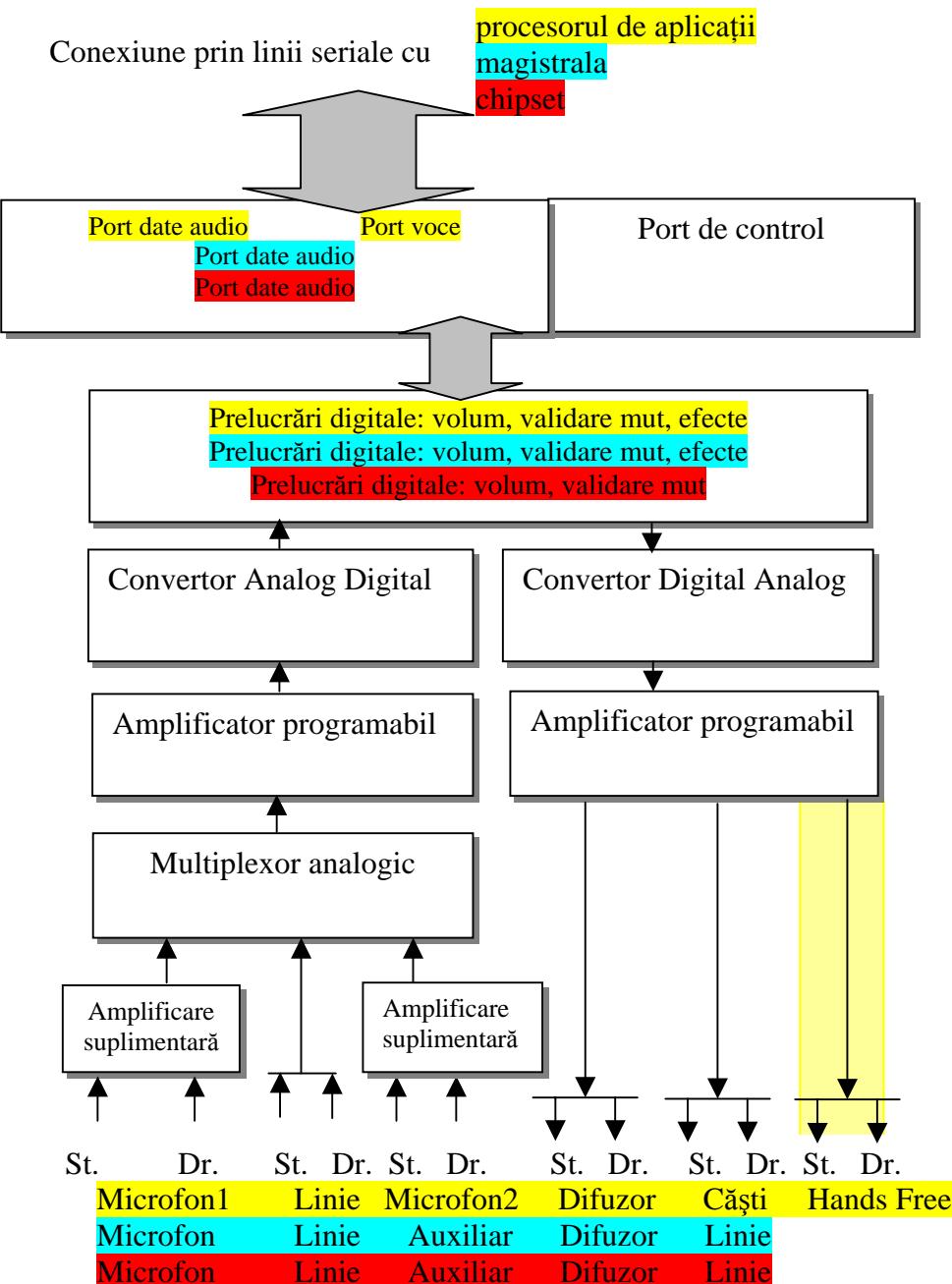


Figura 10.15. Structura principală a controllerului audio

Schema principală din figura 10.15 este valabilă atât pentru calculatoare personale cât și pentru telefoane, cu anumite particularități. În capitolul [9.1.Multimedia în calculatoarele personale](#) sunt prezentate două tipuri de controlere pentru calculatoare personale, unul cu conexiune pe magistrală care face toate prelucrările audio (funcțiile lui sunt marcate cu albastru în figura 10.15) și unul cu conexiune la chipset (AC97) care lasă prelucrările audio în sarcina chipsetului (funcțiile lui sunt marcate cu roșu în figura 10.15). Cu galben sunt marcate caracteristicile particulare ale controllerului audio în telefon.

Ca și funcționare, sunetul analogic este preluat cu un microfon (prelucrări reprezentate de jos în sus), este amplificat, sursa de sunet este selectată dintre mai multe surse cu un selector (multiplexor) analogic și este convertit în semnal digital. Blocul de prelucrare asigură controlul volumului, al comenzi de mut și efecte de sunet. Datele digitale prelucrate sunt trimise în format serial sistemului gazdă. Sunetul este furnizat pentru audiere de sistemul gazdă în format digital serial către blocul de prelucrare, reprezentarea pe schema bloc fiind de sus în jos. După prelucrare sunetul este convertit în sunet analogic, este amplificat și trimis la difuzeoare sau căști. La telefoane prelucrarea se face pe două linii de prelucrare, una de voce pentru con vorbirile telefonice și una audio pentru redarea sunetului stocat în telefon. La ieșire, în cazul telefoanelor un canal este dedicat sistemului hands free.

Funcția de GPS a telefonului poate fi realizată de un controller de la Texas Instruments, NL5350 NaviLink 5.0, figura 10.16.

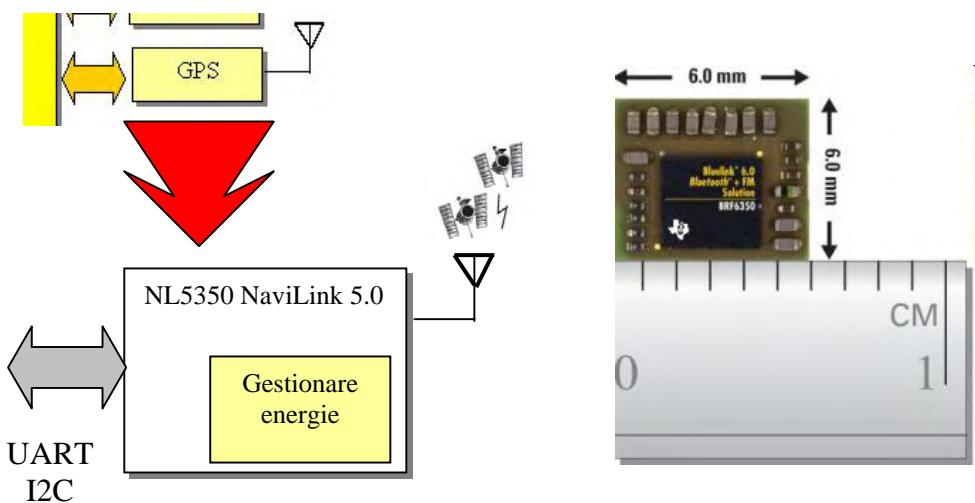


Figura 10.16. Modul GPS NL5350 NaviLink 5.0

http://www.ti.com/general/docs/wtbu/wtbugencontent.tsp?templateId=6123&navigatonId=12034&path=templatedata/cm/general/data/wtbmddl/rf_digital

Modulul GPS are dimensiuni mici (6mm x 6mm, figura 10.16 dreapta) și necesită puține componente exterioare (11 componente pasive). Toate funcțiile GPS sunt integrate într-un singur circuit care conține și un sistem integrat de economie de energie. Interfața de comunicare cu procesorul este serială de tip UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) sau I²C (Inter-Integrated Circuit).

Funcțiile telefonului de comunicații Wi-Fi și Bluetooth, precum și funcția de radio FM sunt realizate de exemplu de Texas Instruments într-un singur circuit, WiLink™ 6.0., figura 10.17.

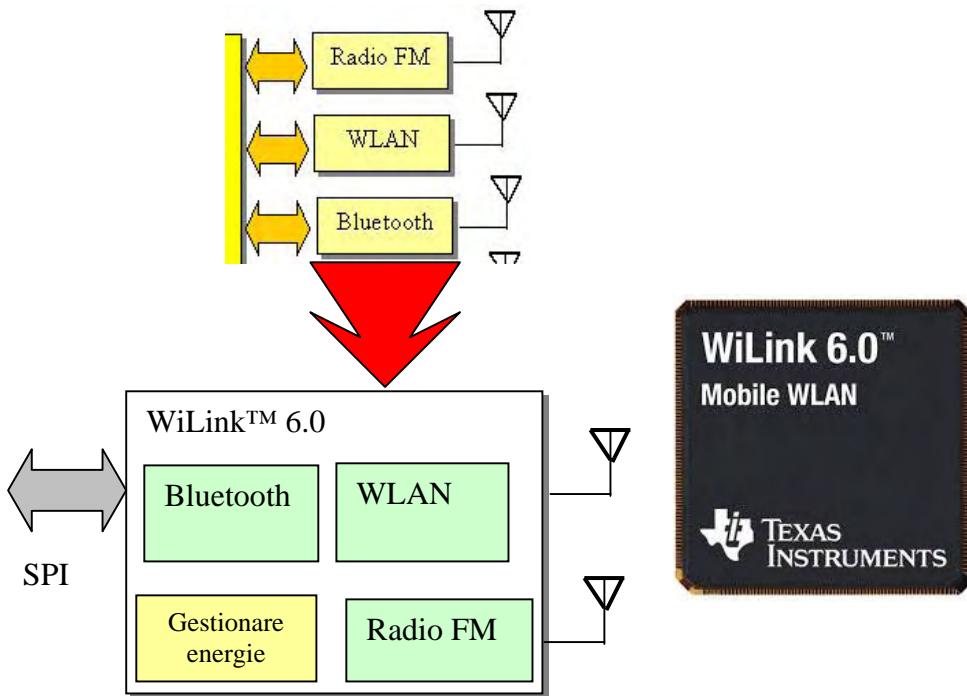


Figura 10.17. Modul WLAN, Bluetooth și FM, sursa
<http://www.ti.com/lit/ml/swmt013d/swmt013d.pdf>

Circuitul integrat care asigură aceste funcții este prezentat în partea dreaptă a figurii 10.17 și se conectează cu procesorul prin intermediul unei interfețe seriale SPI (Serial Peripheral Interface). Ca și comunicații, la Wi-Fi circuitul admite standardele 802.11b/g/n în benzile 2,4GHz și 5GHz, iar la Bluetooth admite standardul 2.1. Un sistem avansat de economie de energie este integrat în circuit.

Pentru aplicații de preluare și prelucrare de imagini TI a creat un coprocesor numit OMAP-DM5x ((Open Multimedia Applications Platform). Structura și imaginea coprocesorului sunt prezentate în figura 10.18. Coprocesorul poate prelua imagini statice de la senzori de până la 20Mpixeli și imagini dinamice la rezoluție HD (1280x720).

Coprocesorul are capacitatea de prelucrare a imaginilor, cu următoarele posibilități:

- o Detectia și urmărirea feței;
- o Detectia zâmbetului;
- o Eliminarea efectului de ochi roșii;
- o Compensarea luminii excesive din spate;
- o Stabilizarea digitală a imaginii;
- o Editare fotografii și video.

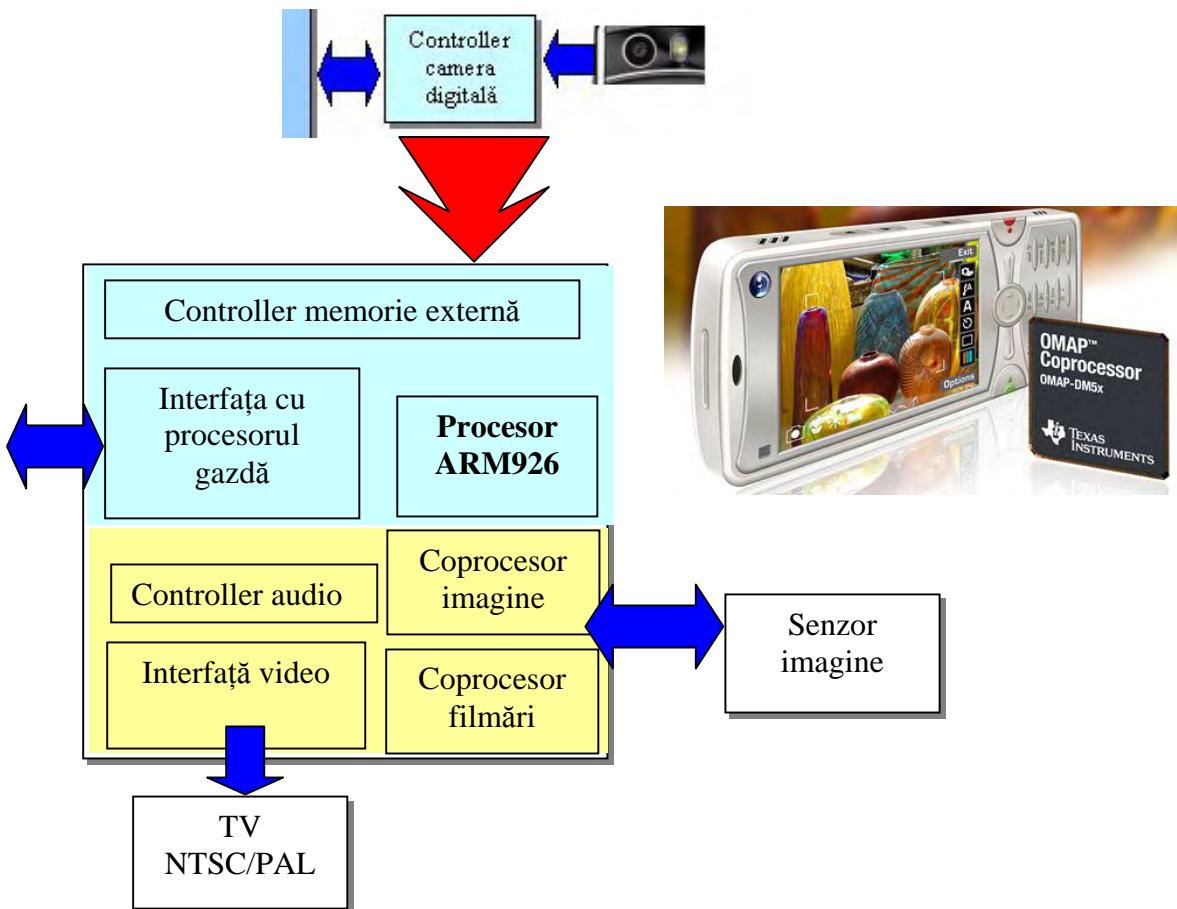


Figura 10.18.Coprocesorul OMAP-DM5x, sursa
<http://www.letsgodigital.org/en/23409/20-megapixel-camera-phone/>

Coprocesorul poate detecta scene și poate adapta setările de expunere în funcție de imagine. O scenă este un context al imaginii care are nevoie de anumite corecții de expunere, timp de expunere sau diafragmă. Scene sunt de exemplu fotografii cu soarele în față, fotografii de interior, fotografii de noapte etc. Caracteristici ale imaginii sunt preluate înainte de fotografiere sau filmare, se recunoaște scena dintr-o bază de date memorată și se adaptează expunerea în funcție de scenă. Dacă scena este în mișcare viteza de expunere este crescută pentru a nu apărea o imagine neclară. Detectia de fețe poate detecta până la 10 fețe, le încadrează cu un dreptunghi pentru a

fi previzualizate de utilizator și reglează claritatea și expunerea în mod priorită pe aceste fețe. Pentru a asigura surprinderea momentului dorit în fotografie, coprocesorul preia 2 imagini înainte de momentul declanșării, 2 la declanșare și 2 după declanșare din care utilizatorul o poate alege pe cea mai reușită (facilitate numită de TI *Perfect moment technology*). Senzorul CMOS de preluare de imagini are principal zgomot la iluminare slabă și coprocesorul dispune de un filtru de eliminare a zgomotului care permite fotografiera cu o sensibilitate de până la ISO 3200. O interfață cu un televizor standard NTSC (SUA) sau PAL (Europa) permite vizualizarea imaginilor preluate la dimensiuni mari.

Circuitul modem în banda de bază care are ca sarcină prelucrarea datelor transmise și recepționate către stația de telefonie mobilă este un circuit complex care conține de regulă un procesor care rulează un al doilea sistem de operare, independent de sistemul de operare principal. Aceste sisteme de operare se numesc Real Time Operating Systems (RTOS) și au dimensiuni mici. Dacă sistemul de operare principal este de multe ori un sistem open source, sistemul de operare al circuitului modem este proprietar și detaliile sunt destul de puțin cunoscute. Cei mai mari producători ai acestor circuite modem sunt Qualcomm și Infineon. Structura unui circuit Qualcomm este dată în figura 10.19.

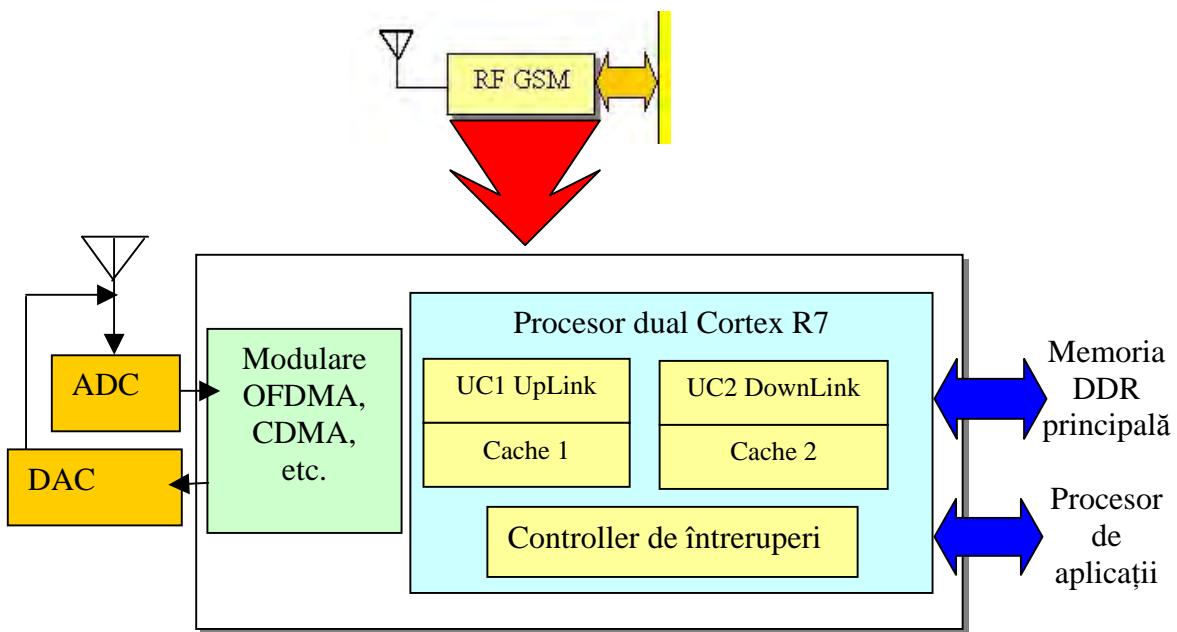


Figura 10.19. Structura unui circuit modem Qualcomm, sursa

<http://www.androidauthority.com/smartphones-have-a-second-os-317800/>

Complexitatea circuitului este dată de faptul că există multe standarde de transmisie în telefonia mobilă (3G, 4G etc.) care trebuie implementate în circuit. Debitul mare de informație necesită o putere mare de calcul, de aceea este nevoie de un procesor dual

core. Circuitul modem poate avea memoria proprie sau poate utiliza memoria principală pe care o împarte cu procesorul de aplicații. Converteoarele ADC și DAC asigură conversia analog digitală a semnalelor de la antenă spre circuit și digital analogică de la circuit la antenă. Un circuit modem Qualcomm pe o placă de telefon este prezentat în figura 10.20.



Figura 10.20. Circuit Qualcomm pe o placă electronică de telefon, sursa
<http://www.rcrwireless.com/20150126/chips/qualcomm-chipsets-power-smartphones-2014>

Procesorul de aplicații din structura telefonului mobil coordonează funcționarea tuturor modulelor interne. Există astfel de procesoare produse de diferite firme. În această carte exemplul prezentat este familia de procesoare OMAP de la TI.

Seria de circuite OMAP sunt circuite de tip SoC (System on Chips) destinate aplicațiilor portabile, tablete și telefoane. În 2012 TI a modificat politica referitoare la aceste circuite, orientându-le către aplicații embedded (aplicații cu calculator înglobat). Seria acestor circuite a început în 2009 cu generația OMAP 1, bazate pe un procesor ARM și au ajuns până la generația 5, cu procesoare Dual Core ARM Cortex. Un circuit din familia OMAP montat pe o placă de telefon HTC este arătat în figura 10.21.



Figura 10.21. Circuit din familia OMAP într-un telefon HTC, sursa
<https://en.wikipedia.org/wiki/OMAP>

Procesorul OMAP 44x din generația OMAP 4 conține două nuclee ARM Cortex A9 care realizează rularea în paralel a instrucțiunilor unui program, mărind astfel viteza de procesare, figura 10.22.

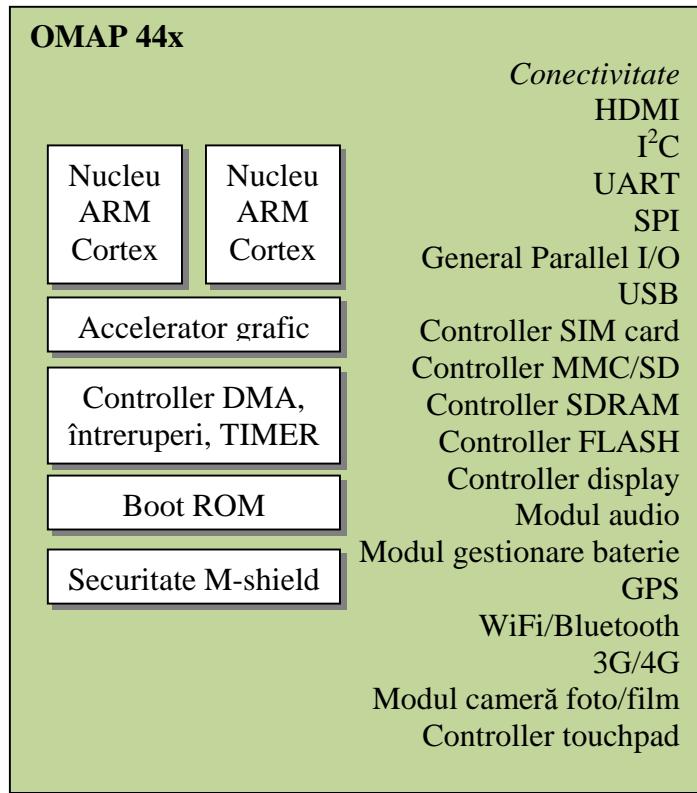


Figura 10.22. Structura simplificată a unui procesor de aplicații dual core din seria OMAP 4, sursa <http://www.ti.com/lit/ml/swpt034b/swpt034b.pdf>

Un accelerator grafic este destinat măririi vitezei de afișare, necesară pentru afișarea 3D în rezoluție HD. Un Boot ROM conține sistemul de operare care se încarcă la pornire, care poate fi Android, Microsoft Windows Mobile, Linux sau Symbian. Blocul de securitate M-shield se referă la asigurarea protecției datelor în transmisia în Internet (WLAN, 3G, 4G), prin chei de criptare, firewall etc. (sursa http://focus.ti.com/pdfs/wtbu/ti_mshield_whitepaper.pdf). Ca și la orice procesor și microcontroller transferul de date poate fi programat, prin îintreruperi sau DMA (Direct Memory Access). Un modul timer asigură dureate de timp pentru procesele controlate de procesor.

Granița între procesorul de aplicații, procesorul de prelucrări în banda de bază, controllerul audio și video este mobilă, astfel diferiți producători integrează diferit aceste module funcționale în seturile lor de circuite. În lume cel mai bine vândut procesor de aplicații este Qualcomm (<http://www.statista.com/statistics/233415/global-market-share-of-applications->

[processor-suppliers/](#)). Un circuit care integrează atât procesorul de aplicații cât și procesorul în banda de bază este circuitul Qualcomm Snapdragon, figura 10.23.

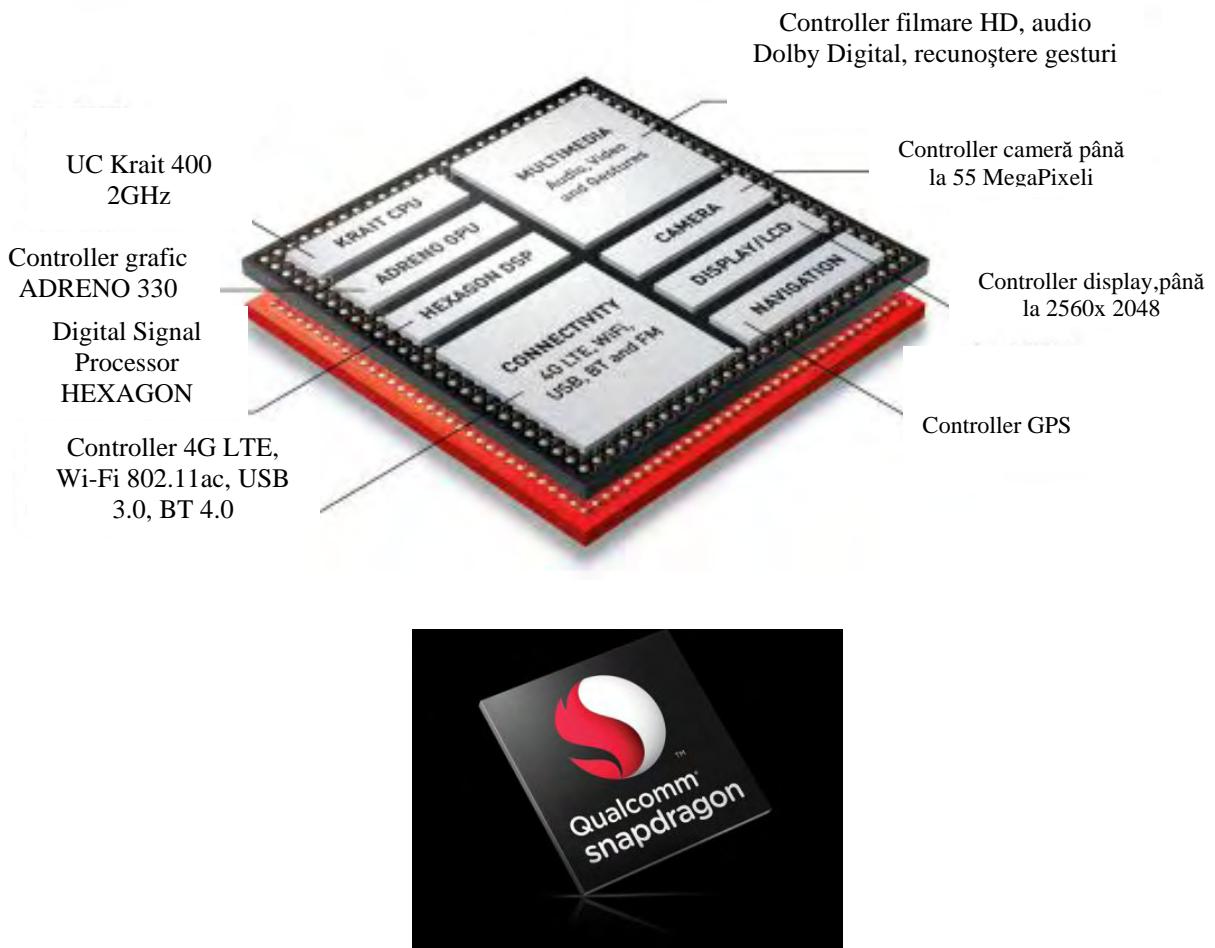


Figura 10.23. Qualcomm Snapdragon, sursa <http://linuxgizmos.com/sneak-peek-at-a-proof-of-concept-snapdragon-mcm/> și <https://www.qualcomm.com/products/snapdragon/processors/820>

Unitatea centrală (UC) conține un procesor cu 4 nucle (quad) pe 64 de biți la 2,2GHz. Controllerul de cameră foto conține două unități ISP (Image Sensor Processor) pe 14 biți. Memoria compatibilă cu acest circuit este DDR4 la 1866MHz. Blocul modem LTE asigură o viteză de 600Mbps la download și 150Mbps la upload și este compatibil cu standardele GSM, Edge, WCDMA etc. Modulația este 256-QAM la download și 64-QAM la upload. Din aceste performanțe și din gradul mare de integrare se poate înțelege succesul comercial al acestor circuite.

Procesoarele OMAP și Qualcomm nu sunt singurele procesoare dedicate de pe piață. Samsung construiește propriile procesoare. În figura 10.24 sunt prezentate două plăci electronice pentru modele Samsung Nexus și Galaxy S3. La Nexus se utilizează procesorul de aplicații OMAP 4 și procesorul în banda de bază Samsung CM221 iar la modelul Galaxy S3 același procesor în banda de bază dar un procesor de aplicații propriu, Samsung Exynos. Pe plăcile electronice mai există câte un circuit de memorie și circuite integrate pentru realizarea unor funcții, de exemplu GPS, Wi-Fi, Bluetooth, controller de sunet etc.

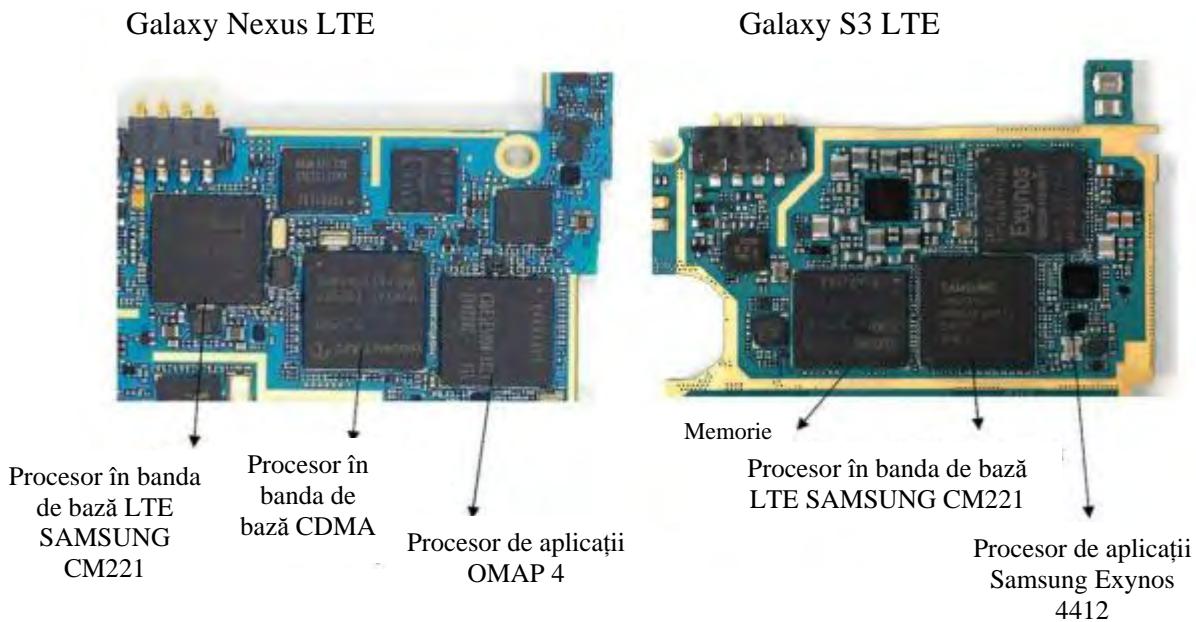


Figura 10.24. Structura telefoanelor Samsung Galaxy, sursa
<https://www.semiwiki.com/forum/content/1675-samsung-going-vertical-qualcomm-cry-ceva-laugh.html>

Crearea de noi tipuri de telefoane mobile este ușurată prin utilizarea sistemelor de dezvoltare, ca și la microcontroler (2.7.Cât este de greu de realizat o aplicație cu microcontroller?) sau la controlerle video (6.5.De ce este nevoie de controlere grafice?). În figura 10.25 este prezentat un sistem de dezvoltare cu un coprocesor video OMAP în stânga și un sistem de dezvoltare pentru circuitul Qualcomm Snapdragon.



Figura 10.25. Modul de dezvoltare OMAP L-138, (stânga), sursa <http://www.logicpd.com/products/system-on-modules/zoom-omap-1138-experimenter-kit/> și un sistem de dezvoltare pentru Qualcomm Snapdragon (dreapta) care conține procesorul, memorie DDR și Flash, sursa <http://linuxgizmos.com/sneak-peek-at-a-proof-of-concept-snapdragon-mcm/>

În domeniul producției de circuite SoC concurența este mare și companiile importante caută parteneri în China. Astfel Qualcomm va oferi suport tehnic celui mai mare producător de semiconductori din China, Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC), pentru a produce procesoare de aplicații pentru telefoane. La fel a procedat și Intel care în 2014 a cumpărat compania chineză Tsinghua Unigroup cu 1.45 miliarde de dolari. Tsinghua Unigroup a fost o firmă de stat finanțată de Tsinghua University. Se pare că aceste achiziții de companii sunt realizate pentru a concura compania sud coreană Samsung. Sursa acestor informații este <http://www.businesskorea.co.kr/english/news/industry/11170-reaching-out-qualcomm-intel-try-keep-samsung-check-chinese-chip-manufacturers>

Este interesant de remarcat modul în care China finanțează învățământul în domeniul ITC (Information Technology and Communication), astfel încât prin cercetare universitatea să poată finanța la rândul ei producția.

Evoluția rapidă a circuitelor face ca dinamica telefoanelor inteligente să fie foarte mare. Apar mereu tipuri noi de telefoane, cu facilități noi și cu îmbunătățiri la facilitățile vechi. Deocamdată (la nivelul anului 2016) modul de introducere și afișare al datelor nu s-a modificat în mod esențial, dar este posibil ca în viitor și acestea să se schimbe. Așa cum s-a arătat un mod de proiectare a tastaturii în [9.2. Realitatea virtuală, simulare și proiecție](#) de ce nu ar fi posibil acest lucru și la telefoane? În figura 10.26 este prezentată o imagine a ecranului unui telefon proiectat pe mâna. Acest tip de dispozitive deschide calea unei noi tehnologii, cea a calculatoarelor Wearable computers, adică cele care se poartă pe corp, pe haine sau sub haine (https://en.wikipedia.org/wiki/Wearable_computer)



Figura 10.26. Imagine de ecran proiectată, sursa
<http://www.snopes.com/photos/technology/cicret.asp>

Iar pentru a comanda telefonul s-ar putea utiliza o interfață între creier și sistemul de calcul din telefon, ca în figura 10.27.



Figura 10.27. Interfață creier- calculator (Brain Computer Interface), sursa
<http://www.qgits.org/tech/fusionworld-mind-controlled-video-game/>

În acest fel, probabil că pe Facebook simbolurile care exprimă sentimente (emoticons) se vor pune automat.

11.Putem estima cât timp va funcționa un echipament de calcul?

Printre caracteristicile cele mai importante ale unui sistem de calcul sau echipament periferic este durata de funcționare. Această caracteristică este însă neglijată pentru că utilizatorul de regulă nu cunoaște un mod de a o măsura iar vânzătorii o trec sub tacere. La cumpărarea unui echipament sunt luate în considerare prețul și caracteristicile funcționale și foarte rar se discută durata de funcționare. Acest lucru se întâmplă mai ales în domeniul tehnicii de calcul unde uzura morală apare de regulă mai repede decât cea fizică. Totuși există situații în care durata de funcționare este extrem de importantă, de exemplu la hard discuri, pentru că ele conțin datele utilizatorului și pierderea datelor este un eveniment extrem de grav care poate prejudicia utilizatorul.

Calitatea este definită de standardul ISO 8402/1995, adoptat în România, ca un ansamblu de caracteristici ale unei entități care îi conferă acesteia aptitudinea de a satisface necesități exprimate și implicate.

Fiabilitatea $R(t)$ în sens cantitativ este probabilitatea ca sistemul să-și îndeplinească corect funcțiunile prevăzute pe o durată de timp dată, în condiții de exploatare specificate. Fiabilitatea $R(t)$ este o probabilitate de bună funcționare și este exprimată ca integrală a unei funcții specifică unui echipament:

$$R(t) = \int_0^t f(t).dt$$

Probabilitatea de defectare este $F(t)$

și $R(t)+F(t)=1$

O probabilitate de bună funcționare la momentul t nu spune nimic unui utilizator. Se utilizează un indicator sugestiv, MTBF, (Mean time between failures):

$$MTBF = \int_0^\infty R(t).dt$$

Un grafic al numărului de defecte în timp este dat în figura 11.1:

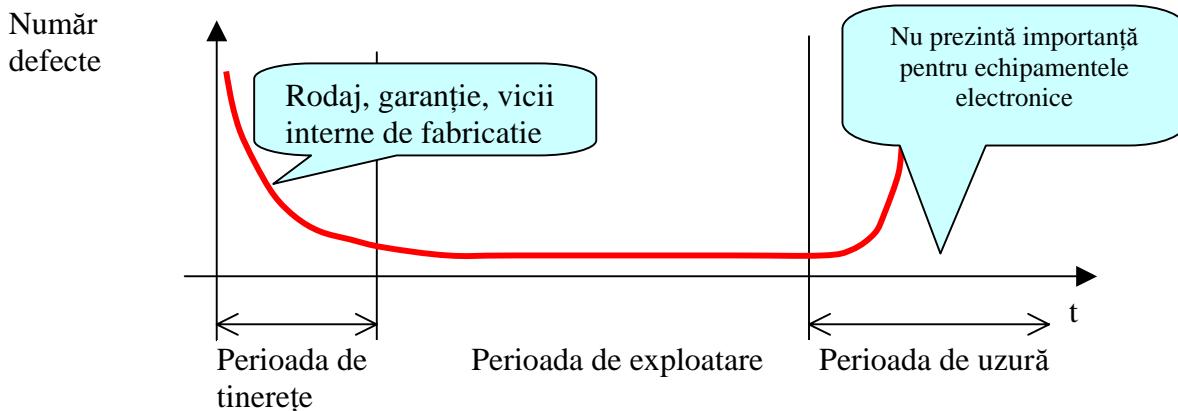


Figura 11.1. Evoluția numărului de defecte în timp

Se poate remarcă un număr mare de defecte a dispozitivelor tehnice în prima perioadă a vieții în care se manifestă viciile de fabricație și în ultima perioadă a vieții când apare uzura. La echipamentele de calcul uzura morală este atinsă înainte de uzura fizică aşa încât perioada de uzură poate fi ignorată. Pentru perioada de tinerețe și exploatare, curba din figură poate fi aproximată cu o exponențială, aşa încât distribuția exponențială descrie acceptabil evoluția în timp a numărului de defecte pentru echipamentele electronice, la care rata defectelor $z(t) = \lambda$ este constantă.

:

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} \text{ și}$$

$$R(t) = \int_0^t f(t) \cdot dt = e^{-\lambda t}$$

$$MTBF = \int_0^{\infty} R(t) \cdot dt = \frac{1}{\lambda}$$

Să presupunem că dorim să cumpărăm un hard disc de fiabilitate mai mare. Este posibil ca vânzătorul să ne poată ajuta dar este destul de improbabil. Dar poate fi consultat Internetul și se poate afla că la hard discurile WD unele familii nu au MTBF ca date de catalog (WD Blue) dar la WD Red MTBF este dat (1 milion ore) iar la WD Velociraptor este 1,4 milioane ore, figura 11.2:



WD BLUE™
Solid performance and reliability
for everyday computing.

- WD quality inside and out
- Solid performance
- Low noise and vibration
- 2-year limited warranty

Form Factor	Capacity	Model Number	Cache	Interface	Spin Speed	Advanced Format
3.5-inch	1 TB	WD10EZEX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 RPM	Yes
3.5-inch	750 GB	WD7500AZEX	64 MB	SATA 6 Gb/s	7200 RPM	Yes



WD RED™
Designed and manufactured specifically
for home and small office NAS systems.

- Optimal compatibility
- Exclusive NASware™ technology
- Free WD Red premium support line
- 3-year limited warranty

Form Factor	Capacity	Model Number	Cache	Interface	3D Active Balance	MTBF
3.5-inch	3 TB	WD30EFRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	Yes	1 million hours
3.5-inch	2 TB	WD20EFRX	64 MB	SATA 6 Gb/s	Yes	1 million hours



WD VELOCIRAPTOR®
High-performance storage for power users.

- Ultra fast
- Up to 1 TB capacity
- Rock-solid reliability
- 5-year limited warranty

Form Factor	Capacity	Model Number	Cache	Interface	Spin Speed	MTBF
3.5-inch ²	1 TB	WD1000DHTZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	10,000 RPM	1.4 million hours
3.5-inch ²	500 GB	WD5000HHTZ	64 MB	SATA 6 Gb/s	10,000 RPM	1.4 million hours

Figura 11.2. MTBF pentru hard discurile Western Digital, sursa
<http://www.wdc.com/wdproducts/library/OVR/ENG/2178-001010.pdf>

Prețurile acestor hard discuri cu aceeași capacitate de 1TB la nivelul anului 2015 sunt 50\$ WD Blue, 70\$ WD Red și 235\$ WD Velociraptor. Este de notat că o fiabilitate mai mare mărește prețul hard discurilor (sursa <http://www.newegg.com>).

11.1. Estimarea fiabilității unui sistem

Dacă se pune problema determinării fiabilității unui echipament în condițiile în care se cunosc fiabilitățile componentelor, se poate folosi schema serie de fiabilitate. Un sistem electronic poate fi privit ca format din componente, având o **schemă de fiabilitate tip serie**, dacă defectarea unui element produce defectarea sistemului iar defectele elementelor sunt independente, figura 11.3:

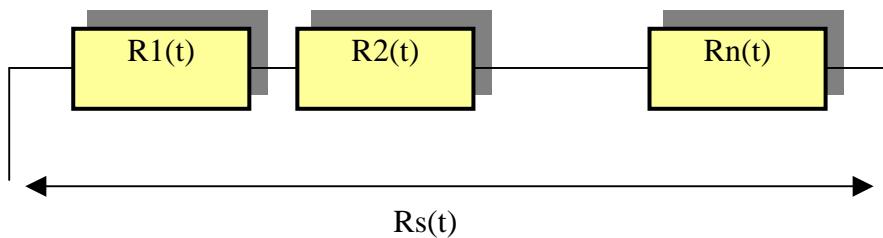


Figura 11.3. Schema serie de fiabilitate

La o schemă de tip serie fiabilitatea sistemului $R_s(t)$ este:

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t)$$

În ipoteza distribuției exponențiale a defectelor, MTBF pentru sistem va fi:

$$e^{-\lambda_s t} = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i t}$$

$$\lambda_s t = \sum_{i=1}^n \lambda_i t$$

$$\frac{1}{MTBF_s} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{MTBF_i}$$

Concluzia este că $MTBF_s$ este mai mic decât $MTBF$ pentru fiecare element.

Cum se poate obține printr-o modificare de arhitectură a unui sistem de calcul o creștere a fiabilității? Dacă interesul principal este siguranța datelor se poate utiliza arhitectura RAID (redundant array of independent disks) prin care datele se pot stoca pe mai multe hard discuri în aşa fel încât defectarea unui dintre ele nu duce la pierderea datelor. Cea mai simplă arhitectură RAID este cea cu două hard discuri, informația fiind scrisă identic pe ambele (RAID 1) (sursa <https://en.wikipedia.org/wiki/RAID>). Creșterea fiabilității poate fi calculată cu o schemă de fiabilitate paralel.

Un sistem format din elemente are o **schemă de fiabilitate de tip paralel** dacă defectarea unui element nu produce defectarea sistemului, figura 11.4:

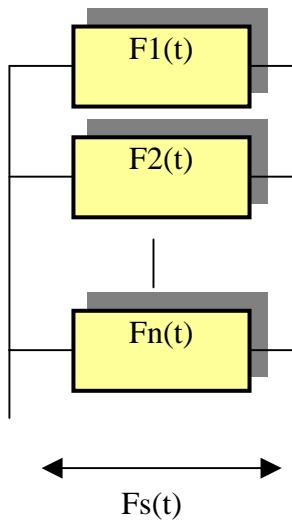


Figura 11.4. Schema paralel de fiabilitate

$$Fs(t) = \prod_{i=1}^n Fi(t)$$

$$Rs(t) = 1 - Fs(t) = 1 - \prod_{i=a}^n (1 - Ri(t))$$

Sistemele la care defectarea unui element nu duce la defectarea sistemului se numesc sisteme tolerate la erori. Un sistem de calcul tolerant la erori va da un rezultat corect la o operație executată, chiar dacă un defect a generat o eroare de calcul.

Se poate calcula creșterea de fiabilitate în cazul a două hard discuri care conțin aceeași informație. La defectarea unui hard disc sistemul își continuă operarea în mod normal, anunțând cu un mesaj că unul dintre hard discuri trebuie înlocuit. Din păcate alterarea informației din cauza unui virus afectează ambele hard discuri.

11.2. Sisteme tolerate la erori

Modurile de a mări siguranța de funcționare pot fi clasificate astfel :

1. **Evitarea erorilor**, de exemplu prin alegerea componentelor, testare, proiectare atentă, etc.;
2. **Mascarea erorilor**, adică împiedicarea erorilor să intre în sistemul de prelucrare, de exemplu prin coduri corectoare și detectoare de erori;
3. **Toleranța la defecte** este abilitatea unui sistem de a continua să funcționeze după apariția unei erori. Toleranța la defecte poate include reconfigurarea. Reconfigurarea este procesul de eliminare a modulului defect și reintrare în funcțiune. Reconfigurarea constă în
 - Detecție erorii;

- Localizarea erorii;
- Izolare erorii astfel încât ea să nu se propage în sistem;
- Recuperarea funcționalității.

Noțiunea de toleranță la defecte a fost introdusă de von Neumann în 1952 sub forma unei lucrări publicate apoi în 1956 sub numele *Synthesis of Reliable Organisms from Unreliable Components*.

Importanța toleranței la defecte se manifestă la aplicațiile de durată mare (*Long Life Applications*). De exemplu nava Voyager conținea o dublură a tuturor modulelor, dublurile intrând în funcțiune la o eroare a modulelor principale.

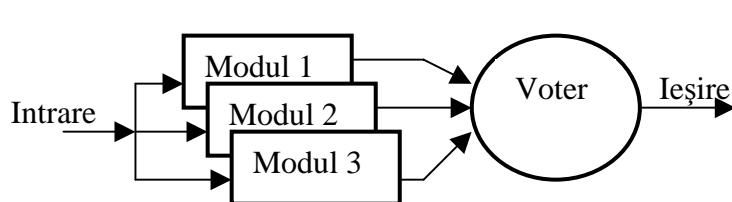
Toleranța la defecte se realizează prin redundanță, ceea ce înseamnă o schemă de fiabilitate paralel. Conceptul de redundanță înseamnă adăugarea de hardware, software sau timp în plus față de ceea ce este necesar pentru operarea normală. Redundanța mărește prețul, dimensiunile, greutatea, consumul de energie etc. Redundanța poate fi:

1. Hardware;
2. Software;
3. Informațională (coduri de detectare și corectare de erori);
4. De timp (repetare mesaje, detecție și corecție de erori).

Redundanța poate fi clasificată astfel:

1. **Redundanță pasivă**, se maschează eroarea prin oprirea efectului ei asupra sistemului. Nu se solicită nici o acțiune din partea sistemului sau operatorului.
2. **Redundanță activă**, se detectează eroarea și se exclude hardware-ul care a produs-o. (sistemul se reconfigurează).
3. **Redundanță hibridă** combină avantajele ambelor metode. Se maschează eroarea, apoi se înlocuiește elementul defect cu un element de rezervă.

Redundanța pasivă hardware se bazează pe votarea majoritară. Exemplul din figura 11.5 arată o redundanță triplu modulară care se realizează prin triplarea fiecărui modul.



Schema poate fi implementată hardware sau software. Implementarea software constă în 3 programe care fac aceleasi calcule și se compară rezultatul.

Figura 11.5. Redundanță pasivă triplu modulară

Fiabilitatea sistemului este limitată de fiabilitatea *voter*-ului. Prin triplarea lui se mărește fiabilitatea. De exemplu, un sistem cu redundanță triplu modulară cu 2 nivele este prezentat în figura 11.6. Acest sistem asigură corectitudinea răspunsului dacă un voter sau un modul se defectează. Generalizarea redundanței triplu modulară este cea n-modulară.

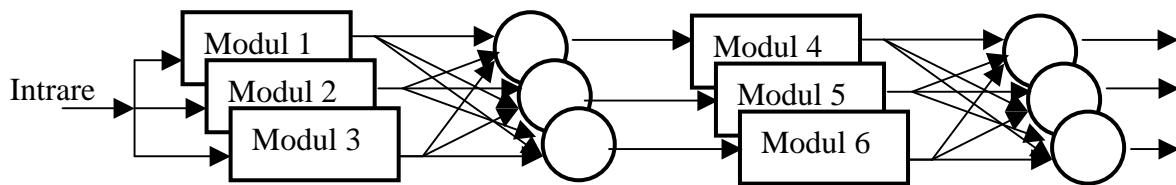


Figura 11.6. Redundanță pasivă triplu modulară cu 2 nivele

Punctele în care, dacă apare o eroare ea se propagă la ieșire se numesc puncte singulare de eroare (*Single Point of Failure*). În cazul existenței unui voter, acesta este un punct singular de eroare. Puncte singulare de eroare sunt și elementele de execuție care trebuie să execute o singură comandă.

Redundanța activă este un tip de redundanță care nu maschează eroarea, deci metoda se poate aplica la sistemele care admit temporar existența erorilor. Metoda implică reconfigurarea.

În figura 11.7 modulul 1 este operațional iar celelalte sunt module de rezervă. Dacă se detectează o eroare la funcționarea modulului 1 acesta se deconectează și se conectează o rezervă. Rezervele pot fi:

1. Rezerve calde care sunt alimentate tot timpul și funcționează în paralel cu modulul de bază, în acest caz trecerea la rezervă fiind foarte rapidă.
2. Rezerve reci care nu sunt alimentate.

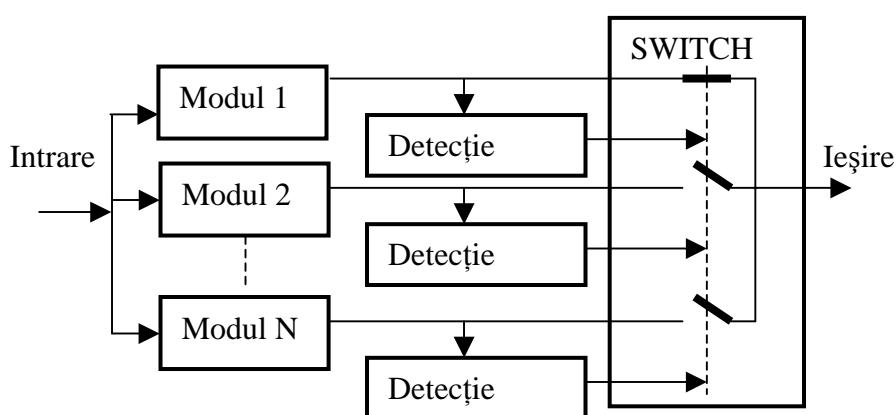


Figura 11.6. Redundanță activă cu reconfigurare

În redundanță hibridă eroarea se maschează și modulul defect se înlocuiește prin reconfigurare. Se obțin rezultate deosebit de bune dar cu costuri mari.

În figura 11.7. stânga este reprezentat Serverul Stratus® ftServer® 6500 System care asigură o redundanță triplu modulară (Triple Module Redundancy (TMR)). LSI LSISASx28 este un circuit de interfață care conține 28 porturi 3 Gb/s SAS (Serial Attached SCSI). Conține un procesor ARM iar căile de date sunt redundante (fault tolerant path), figura 11.7 dreapta.



Figura 11.7. Serverul Stratus® ftServer® 6500 System sursa
<http://www.stratus.com/assets/5200hw.pdf> și circuitul LSI LSISASx28, sursa
<http://docs.avagotech.com/docs/12352182>

Un set de surse de alimentare redundante de 1000W asigură alimentarea tolerantă la erori a unui sistem, figura 11.8.



Figura 11.8. Surse redundante, sursa www.kepcopower.com/newshot.htm

Cea mai cunoscută aplicație a unei scheme de fiabilitate paralel este arhitectura RAID (Redundant Array of Independent Disks). O arhitectură RAID are 3 proprietăți:

1. RAID este un set de HDD fizice văzute de sistemul de operare ca un singur drive logic;
2. Datele sunt distribuite pe HDD fizice ale ariei de HDD;
3. O parte din capacitatea HDD este folosită pentru stocarea informației de detectare a erorilor și eventual de corectare, care conduce la posibilitatea recuperării informației în cazul defectării unui HDD.

Clasificarea RAID:

RAID 0 nu include redundanță, este o metodă de transfer în paralel cu mai multe HDD. Este folosit la unele supercomputere unde nu interesează atât siguranța cât prețul. La RAID 0 informația este distribuită pe toate HDD din aria RAID. Dacă apar 2 cereri de I/O pentru 2 blocuri diferite, există o sansă mare ca acestea să se afle pe 2 HDD diferite putând fi rezolvate în paralel.

RAID 1, stocarea datelor este ca la RAID 0 dar este realizată o redundanță prin duplicarea datelor pe al doilea hard disc, identic cu primul. O citire se realizează doar de pe un hard disc, deci timpul de citire va fi același ca la RAID 0. Scrierea se face pe ambele HDD, deci timpul de scriere se va dubla. Recuperarea informației este simplă, se citește al doilea HDD. RAID 1 se folosește acolo unde este nevoie de o mare siguranță a datelor și de recuperarea lor imediată în cazul căderii unui HDD, soluția având dezavantajul prețului.

RAID 4. Se calculează informația de paritate în cazul unei structuri RAID 0, se organizează ca bloc și se stochează pe un HDD suplimentar. La fiecare citire se citește atât blocul de date cât și blocul de paritate care se află pe alt hard disc. Hard discul de paritate este citit / scris pentru fiecare acces la oricare HDD din aria.

RAID 5. Organizarea este ca la RAID 4 dar paritatea este stocată la sfârșitul blocului, pe același HDD pe care se află blocul de date.

RAID 2. Fiecare disc participă la execuția fiecărei operații de I/O, fiecare HDD stocând un bit din cuvânt. HDD sunt sincronizate, fiecare cap este în aceeași poziție pe platan la un moment dat. Pentru fiecare cuvânt se accesează toate HDD. Pentru asigurarea siguranței, de exemplu se poate stoca un bit de paritate pe un HDD suplimentar, refacerea informației la căderea unui HDD fiind simplă.

Cea mai simplă și ieftină soluție pentru implementarea unui sistem RAID pe un calculator PC în cazul în care placă de bază nu are controller RAID este cumpărarea unei plăci de extensie RAID cu interfață PCIe, la care se pot cupla 2 hard discuri SATA III de 6Gbps, figura 11.9:



Figura 11.9. Placa RAID SYBA SI-PEX40094 PCI Express SATA III 2 Internal 6Gbps Ports, circa 25\$, sursa <http://www.newegg.com/Controllers-RAID-Cards/SubCategory/ID-410>

Pentru situațiile în care legătura la Internet este esențială se pot utiliza routere cu surse multiple de Internet care pot echilibra traficul prin împărțirea sarcinilor (https://en.wikipedia.org/wiki/Network_Load_Balancing). Aceste routere se numesc balansate și un exemplu este router-ul TP-Link TL-R470T+, figura 11.10 care poate avea până la 4 surse de Internet cu IP fix sau protocol PPPoE.



Figura 11.10. Router cu până la 4 surse de Internet, sursa http://www.tp-link.com/en/products/details/cat-1279_TL-R470T%2B.html

În cazul în care una dintre sursele Internet cade, conexiunea este menținută prin altă sursă, cu o viteză globală mai mică. Există variante de routere care admit ca sursă linia telefonică (ADSL) sau GSM (3G sau 4G). Acet sistem maschează erorile, dar este mai scump, ca orice sistem redundant.

12.La ce folosesc cunoștințele despre calculatoare?

12.1.Importanța cunoștințelor de calculatoare pentru cei care cred că nu au nevoie de aceste cunoștințe

În societatea actuală omul este conectat cu tehnologia mai strâns decât a fost vreodată. Mulți oameni se consideră simpli utilizatori și consideră că nu este necesar să cunoască noțiuni de structură și funcționarea calculatoarelor. Acest capitol este dedicat demontării acestei atitudini, de multe ori păguboasă.

În primul rând cunoștințele dintr-un domeniu te ajută să cumperi. O mare parte a persoanelor care trăiesc azi în lume au cumpărat și cumpără sisteme de calcul. Informația accesibilă convinge pe cei care vor să cumpere că activitatea de cumpărare este extrem de simplă și că pentru a cumpăra nu este nevoie decât de introducerea numărului de pe card-ul de credit.

Este posibil ca tinerii, generația nativilor digitali să fie mai afectată de lipsa de informare din cauza informației bogate la care au acces în Internet, afirmație care pare contradictorie. Din păcate informația disponibilă este vastă și de multe prezentarea acesteia este deformată de interese comerciale, iar uneori informația poate fi chiar eronată. Ian C. Grant afirma în lucrarea lui din 2010 “Young Peoples' Relationships with Online Marketing Practices: An Intrusion Too Far?” disponibilă la <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1362/0267257054307417> că informația din marketing-ul online este agresivă și există o contradicție între interesele tinerilor și cel al comercianților online.

Informația cu care sunt bombardați cumpărătorii este că performanțele superioare se obțin cu bani mai mulți. Informația este adevărată, dar nu se pune niciodată problema performanțelor de care are nevoie cumpărătorul, în funcție de aplicațiile pe care le utilizează. De asemenea sunt cazuri în care creșterea performanței afectează durata de viață a produsului. Dar, evident, defectarea unui produs este convenabilă producătorilor care pot astfel să producă și să vândă un nou aparat. Un exemplu este cel al persoanelor care își iau un sistem de calcul pentru aplicații de birou și sunt convinși de vânzător să cumpere ultimul tip de placă video. Cunoștințele din această carte de la “6.5. De ce este nevoie de controlere grafice” ar putea să-i lămurească de faptul că un controller video integrat în chipset este suficient pentru navigarea în Internet sau pentru jocuri simple. Sigur, dacă este un „gamer”, atunci va trebui să cheltuiască mai mult pentru o placă video performantă. Dacă o persoană optează

pentru o placă video dedicată într-un notebook, ar trebui să ştie că plusul de căldură generat de placa controller-ul video va afecta timpul de viaţă al calculatorului.

Pentru a afla câteva noţiuni despre durata de utilizare a sistemelor de calcul poate citi capitolul “11.Putem estima cât timp va funcţiona un echipament de calcul?”. Multe dintre calculatoare sunt utilizate de către firme şi datele stocate în aceste calculatoare sunt foarte importante. Informaţii din această carte vor putea fi utilizate pentru a evita pierderea informaţiilor. De exemplu în 3.3.Stocarea datelor pe suporturi optice se discută despre durata păstrării informaţiei pe medii optice, iar în 11.2.Sisteme tolerate la erori se arată cum pot fi utilizate structuri redundante cu mai multe hard discuri pentru a nu pierde informaţii când se defectează un hard disc.

Lipsa de cunoştinţe generale despre calculatoare a început să fie resimţită atunci când a crescut diversitatea sistemelor de calcul şi a echipamentelor periferice. Multă lume a început să cumpere imprimantele cu interfaţă USB, pe când sistemele pe care le utilizau erau mai vechi şi aveau doar interfaţă paralelă. Şi acum au fost cazuri în care au fost cumpărate hard discuri seriale SATA pentru calculatoare cu interfaţă paralelă IDE. Confuzia cu privire la interfaţa PS2 sau USB pentru mouse şi tastatură a creat de asemenea multe vizite la magazinele de unde au fost făcute cumpărăturile.

Dacă cumpărătorul nu se pricepe la tehnică şi este conşcient de acest lucru, pagubele sunt reduse pentru că produsele pot fi returnate. Pagubele sunt mai mari dacă cumpărătorul încearcă de exemplu să taie firele de la cupla PS2 de la un mouse şi să-i ataşeze o cuplă USB sau să conecteze la întâmplare firele de la un hard disc SATA la o cuplă paralelă IDE. Un cumpărător a vrut să economisească bani cumpărând camere web USB în loc de camere de supraveghere. Din cauză că nu a găsit cabluri USB de zeci de metri, aşa lungi cum dorea, şi-a făcut cablurile singur. Evident că sistemul nu a funcţionat pentru că lungimea maximă a tronsoanelor USB este limitată.

Pagubele cele mai mari pentru cumpărători sunt create de imprimante. De regulă la cumpărarea unei imprimante se vorbeşte doar despre preţul imprimantei şi mai nimic despre preţul consumabilelor. În politica de marketing aplicată vânzării imprimatelor a fost aplicată metoda *Freebie*, cunoscută şi sub numele „*razor and blades business model*” care este un model de afaceri unde un articol este vândut la un preţ mic (sau este chiar dat gratis) pentru a creşte vânzările la bunurile complementare, cum sunt imprimantele şi complementar cartuşele, sau console de joc şi complementar jocurile. Această metodă îi este atribuită lui K. Gillette. În capitolul “7.8.Imprimarea şi protecţia mediului” există sfaturi pentru cumpărători în scopul evitării capcanei produsului cel mai ieftin şi alegerea după preţul pe foaia imprimantă.

Un al doilea motiv important pentru care toată lumea ar trebui să aibă cunoştinţe despre calculatoare este acela de a putea susţine o conversaţie, acum, când sistemele de calcul sunt integrate în viaţa fiecăruia. Toată lumea are un telefon mobil la care imaginea îşi schimbă poziţia pe lat sau pe înalt în funcţie de poziţia telefonului şi poate afla din această carte că senzorul de poziţie este un giroscop. Stabilizatorul optic

de imagine care este inclus în obiectivele aparatelor foto utilizează de asemenea un giroscop. Cunoașterea acestor lucruri poate evidenția persoana într-o conversație, aşa cum, prin afirmații eronate, o persoană poate provoca situații jenante.

Motive suplimentare de a cunoaște sistemele de calcul le au inginerii, aşa încât în continuare se vor detalia aceste motive în cazul inginerilor care lucrează în domeniul tehnologiei. Acest studiu de caz este luat la întâmplare, la fel de bine se puteau alege inginerii care lucrează în domeniul întreținerii și service-ului sau în oricare alt domeniu.

12.2.Necesitatea cunoștințelor de calculatoare pentru inginerii care lucrează în tehnologia materialelor

Prima dovadă că orice inginer trebuie să știe calculatoare este faptul că în programele de studii ale universităților sunt incluse cursuri de calculatoare. În figura 12.1 poate fi văzută planul de învățământ pentru ingineria materialelor de la Berkeley.

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window displaying the Berkeley Engineering website. The URL in the address bar is <http://engineering.berkeley.edu/academics/undergraduate-guide/joint-majors/eecs-and-materials-science-engineering>. The page title is "EECS and Materials Science & Engineering Program Overview". On the left, there's a sidebar titled "Academics" with links for Undergraduate programs, Majors & minors, Undergraduate Guide, Admissions, Degree requirements & major information, Deadlines, Academic departments & programs, Joint majors, Bioengineering and Materials Science & Engineering, EECS and Materials Science & Engineering, EEECS and Nuclear Engineering, and Materials Science & Engineering. The main content area displays a table for the "Joint Major Program in Electrical Engineering and Computer Sciences and Materials Science and Engineering". The table has columns for "Course", "Fall", and "Spring". It lists courses such as Chemistry 1A and 1AL, General Chemistry or Chemistry 4A, General Chemistry and Quantitative Analysis^[1], Engineering 7-Introduction to Computer Programming for Scientists & Engineers or CS 61A-Structure and Interpretation of Computer Programs (which is highlighted with a red border), Mathematics 1A-Calculus, Mathematics 1B-Calculus, Physics 7A-Physics for Scientists and Engineers, Reading and Composition Course from List A^[2], Reading and Composition Course from List B^[2], Humanities/Social Science Course^[2], Optional Freshman Seminar or E 92 (Survey Course), and a Total row. The total credit hours are 15-17 Fall and 16-17 Spring.

Figura 12.1.Curs de Calculatoare la ingineria și știința materialelor la Berkeley, sursa <http://engineering.berkeley.edu/academics/undergraduate-guide/joint-majors/eecs-and-materials-science-engineering>

Cursurile din chenar se numește Engineering 7-Introduction to Computer Programming for Scientists & Engineers or CS 61A-Structure and Interpretation of Computer Programs.

A doua dovedă că orice inginer trebuie să știe calculatoare este faptul că de multe ori cerințele angajatorilor includ cunoașterea calculatoarelor. În figura 12.2 este arătată o pagină care enumera cunoștințele pe care trebuie să le aibă un inginer cu specializarea chimie și ingineria și știința materialelor:

The screenshot shows a web browser window with the title "Introduction to Modeling and... Chemists and Materials Scient..." and the URL "https://collegegrad.com/careers/chemists-and-materials-scientists". The page content includes:

- Injuries and Illnesses**: Chemists and materials scientists can be exposed to health or safety hazards when handling certain chemicals, but there is little risk if proper procedures are followed.
- Work Schedules**: Chemists and materials scientists typically work full time and keep regular hours.
- How to Become One**: Chemists and materials scientists need at least a bachelor's degree in chemistry or a related field. However, a master's degree or Ph.D. is needed for many research jobs.
- Education**: Get the education you need: Find schools for Chemists and Materials Scientists near you! A bachelor's degree in chemistry or in a related field is needed for entry-level chemist jobs. Although some materials scientists hold a degree in materials science, these scientists commonly have a degree in chemistry, physics, or engineering. Many jobs require master's degrees or Ph.D.s and may also require significant levels of work experience. Chemists and materials scientists with Ph.D.s and postdoctoral experience typically lead basic and applied research teams.
- Undergraduate Chemistry Majors**: Many colleges and universities offer degree programs in chemistry. There are few programs specifically in materials science, but the number of programs is gradually increasing. Engineering schools offer degrees in the joint field of materials science and engineering.
- Laboratory Experience**: Undergraduate chemistry majors typically are required to take courses in analytical, organic, inorganic, and physical chemistry. In addition to chemistry coursework, they also take classes in mathematics, biological sciences, and physics. Computer science courses are essential, because chemists and materials scientists need computer skills to perform modeling and simulation tasks, manage and manipulate databases, and to operate computerized laboratory equipment.
- Graduate Students**: Graduate students studying chemistry commonly specialize in a subfield, such as analytical chemistry or inorganic chemistry. For example, those interested in doing research in the pharmaceutical industry usually develop a strong background in medicinal or organic chemistry.
- Important Qualities**

 - Analytical skills**: Chemists and materials scientists carry out scientific experiments and studies. They must be precise and accurate in their analyses, because errors could invalidate their research.
 - Communication skills**: Chemists and materials scientists need to communicate with team members and other scientists. They must be able to read and write technical reports and give presentations.
 - Critical-thinking skills**: Chemists and materials scientists carefully evaluate their own work and the work of others. They must determine if results and conclusions are based on sound science.
 - Mathematical skills**: Chemists and materials scientists regularly use complex mathematical equations and formulas, and they need a broad understanding of mathematics, including statistics and probability.

Figura 12.2. Ce trebuie să știe un inginer cu specializarea ingineria și știința materialelor, sursa <https://collegegrad.com/careers/chemists-and-materials-scientists>

Pasajul din chenar din figura 12.1 conține următoarele cerințe: “Computer science courses are essential, because chemists and materials scientists need computer skills to perform modeling and simulation tasks, manage and manipulate databases, and to operate computerized laboratory equipment.”

Motivele principale pentru care se cer cunoștințe de calculatoare sunt:

1. parte semnificativă a inginerilor din domeniul ingineria și știința materialelor realizează simulări de structură a materialelor;
2. altă parte semnificativă a inginerilor din domeniul ingineria și știința materialelor lucrează în producție cu sisteme de calcul care conduc procese.

O listă a programelor de simulare utilizate în acest domeniu preluată de la https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_software_for_nanostructures_modeling arată diversitatea acestora:

- [Ascalaph Designer](#)
- [Atomistix ToolKit](#)
- [Virtual NanoLab](#)
- [CST STUDIO SUITE\(TM\)](#)
- [CoNTub](#)
- [Deneb.](#)
- [Nanohub](#)
- [Ninithi](#)
- [Nanoengineer-1](#)
- [NEMO 3-D](#)
- [Quantum Dot Lab](#)
- [Nanotube Modeler](#)
- [Materials Design MedeA](#)
- [Materials Studio](#)
- [SAMSON](#)
- [SCIGRESS](#)
- [Tubegen](#)
- [Wrapping](#)

Importanța simulării în domeniul științei și ingineriei materialelor este demonstrată și de cursurile universitare care se fac pentru studenții acestei specializări. Un exemplu este dat în figura 12.3, un curs de la MIT (Massachusetts Institute of Technology).

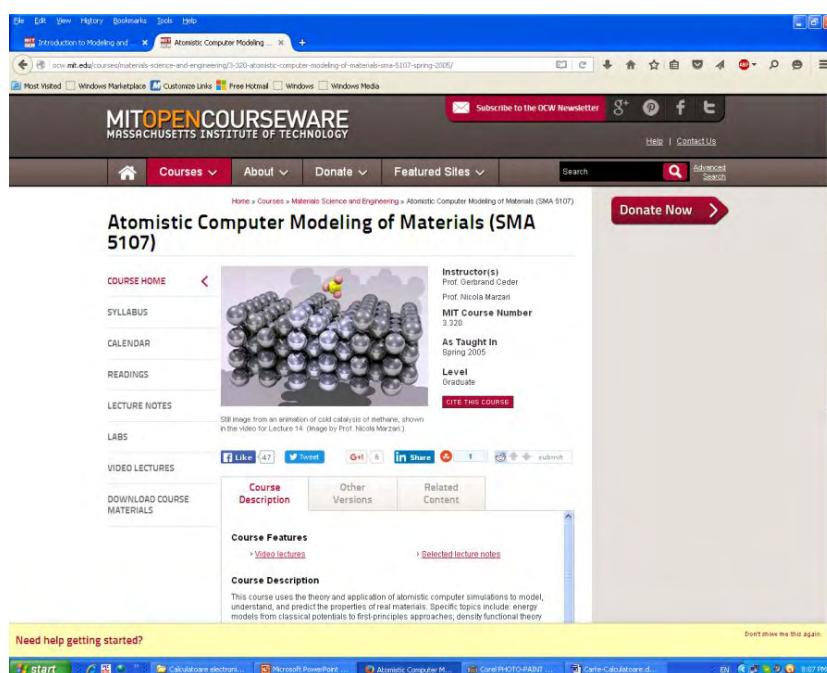


Figura 12.3. Curs de simulare în domeniul științei și ingineriei materialelor la MIT, sursa <http://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/3-320-atomistic-computer-modeling-of-materials-sma-5107-spring-2005/>

În conducerea proceselor de producție calculatorul este un element esențial. Astfel, în figura 12.4 se poate vedea o linie de producție a țiglelor de oțel colorate pentru acoperișuri. În stânga liniei de producție se poate vedea calculatorul de proces.

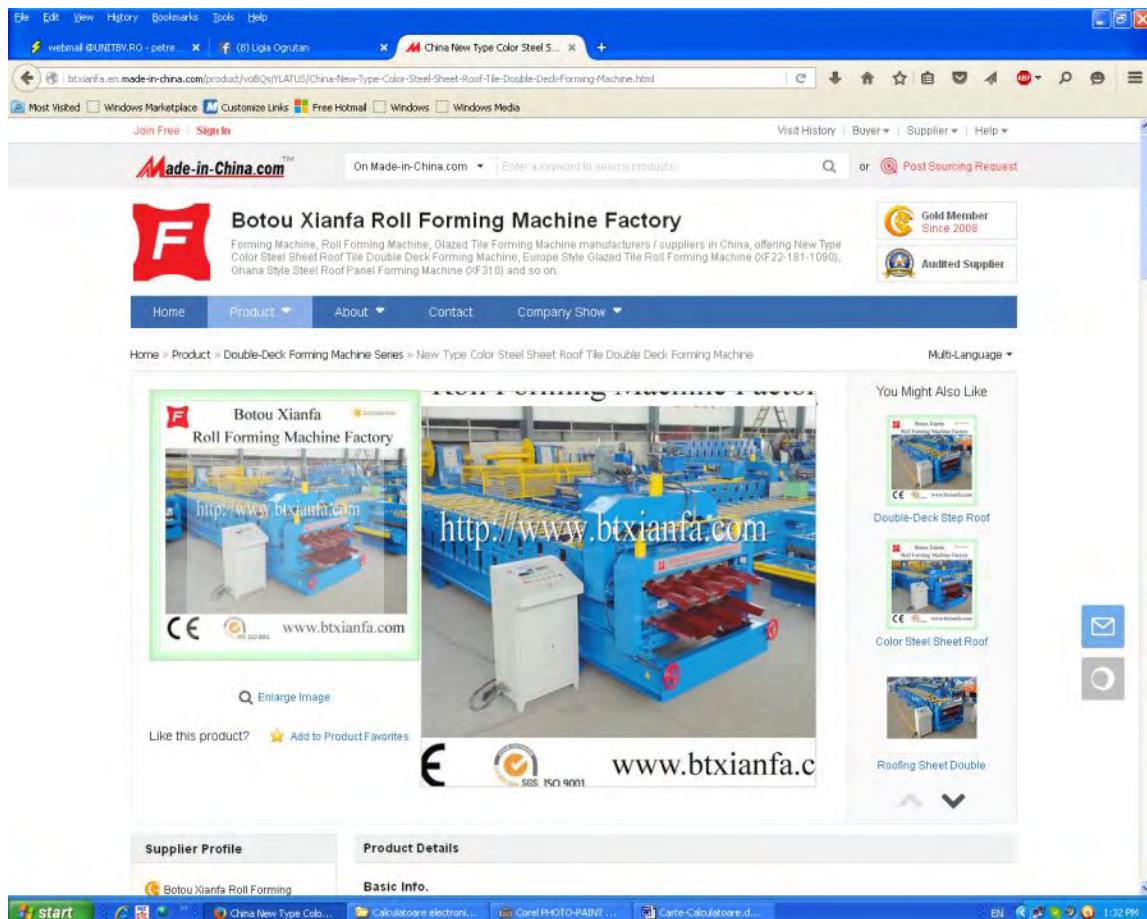


Figura 12.4. Linia de producție a țiglelor de oțel colorate pentru acoperișuri, a unei firme din China, sursa <http://btxianfa.en.made-in-china.com/product/voBQsjYLATUS/China-New-Type-Color-Steel-Sheet-Roof-Tile-Double-Deck-Forming-Machine.html>

Pe piață apar mereu materiale noi. Site-ul unei firme care produce materiale metalice celulare pentru protecție balistică, scuturi și veste antiglonț este dat în figura 12.5. În imaginea pusă pe site în mijloc se poate vedea o persoană care lucrează cu un calculator de proces. Alte imagini arată liniile de producție ale firmei.

Cuptoarele cu inducție sunt de asemenea comandate și supravegheate cu calculatoare de proces, figura 12.6. În stânga este o fotografie a unui cupitor în funcțiune și în dreapta calculatorul de proces.



Figura 12.5. Site-ul unei firme care produce materiale metalice celulare, sursa
<http://www.cellularmaterials.net/capability-statement.html>



Figura 12.6. Cuptor cu inducție (stânga) și calculatorul de proces (dreapta), sursa
http://ondarlan.com/blog/product_categories/inductotherm/?lang=en

Pe lângă faptul că procesele sunt conduse de calculatoare, o altă legătură importantă s-a format între ingineria materialelor și calculatoare. Componentele calculatoarelor sunt create și fabricate prin inginerie a materialelor. Astfel, o linie de producție pentru turnarea tastelor din material plastic este dată în figura 12.7.

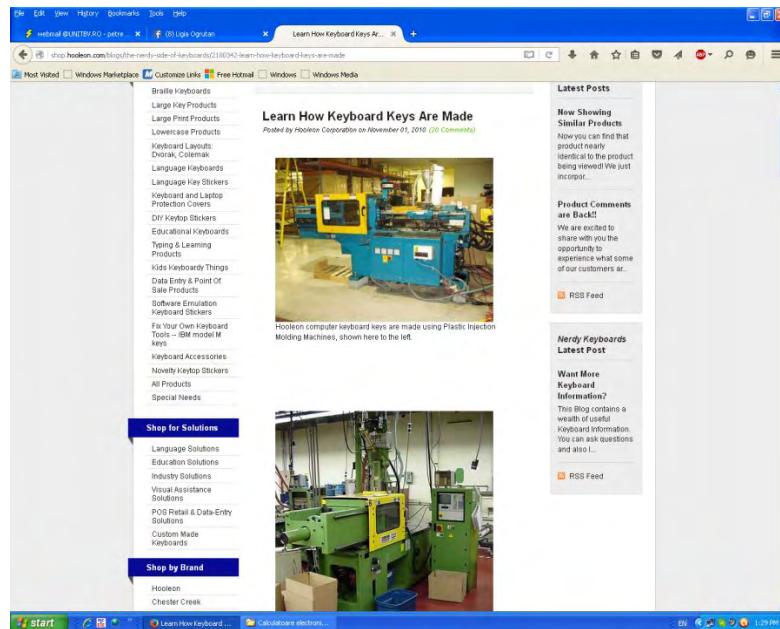


Figura 12.7.Linie de producție pentru turnarea tastelor, sursa
<http://shop.hooleon.com/blogs/the-nerdy-side-of-keyboards/2180342-learn-how-keyboard-keys-are-made>

Inteligenta calculatoarelor este asigurata de circuite integrate, chipset-uri, procesoare, controlere, toate acestea fiind fabricate cu contributia ingineriei materialelor, figura 12.8.



Figura 12.8.Imagine de la o linie de producție a circuitelor integrate, sursa
<http://blogs.reuters.com/mediafile/2011/12/07/suvolta-takes-wraps-off-battery-friendly-chip-technology/>

12.3.Cum sunt construite calculatoarele? De ce trebuie să știe calculatoare inginerii care lucrează în tehnologia electronică

Calculatoarele și echipamentele periferice conțin plăci cu circuite electronice. Aceste plăci sunt concepute, proiectate, realizate și apoi montate în carcase pentru a îndeplini funcțiile solicitate. Plăcile pe care se lipesc componentele electronice se numesc PCB (Printed Circuit Board) (cablaj imprimat) și arată ca în figura 12.9.

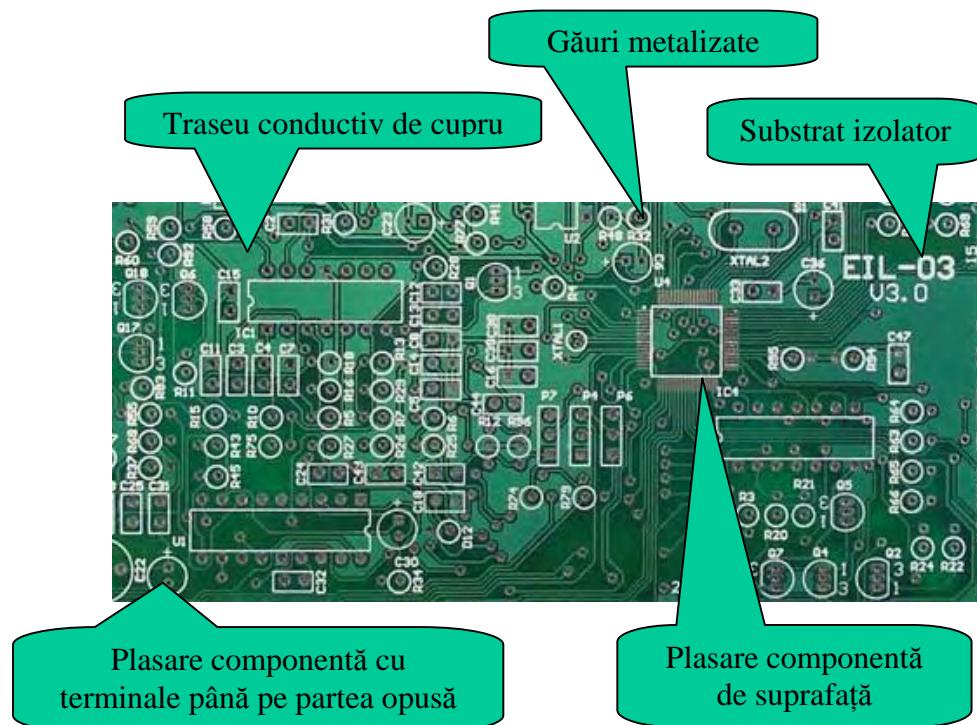


Figura 12.9. Placă de circuit imprimat, sursa <http://www.pcb.electrosoft-engineering.com/04-articles-custom-system-design-and-pcb/01-printed-circuit-board-concepts/printed-circuit-board-pcb-concepts.html>

Pe un substrat izolator se depun trasee conductive de cupru care conectează componentele electronice. Unele componente sunt montate cu terminale care trec prin circuitul imprimat (tehnologie Through Hole) iar altele se lipesc pe suprafață (tehnologie SMT Surface Mounted Technology).

Un scurt istoric al cablajelor imprimante începe în 1903 cu inventatorul german Albert Hanson care a realizat o folie conductoare plasată pe un strat izolator pentru transmisia electrică. Thomas Edison în SUA a realizat primele încercări în 1904. În timpul celui de-al doilea război mondial a fost construită prima placă izolatoare pe care s-a depus un strat conductor de către Centralab Division of Globe Union .

O placă de circuit imprimat cu componente care a intrat în componența mașinii de facturat și contabilizat concepută și fabricată în România în anii 1980 este dată în figura 12.10.

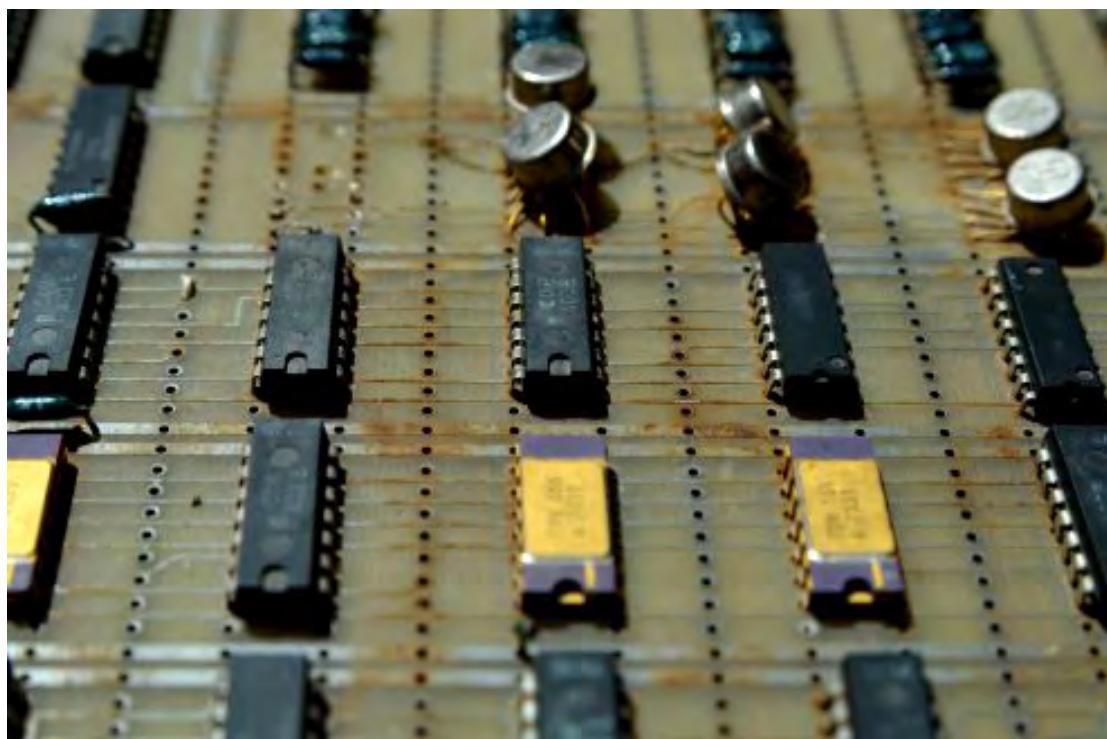


Figura 12.10. Placă de cablaj imprimat cu componente, produsă în România în anii 1980, colecția Petre Ogruțan

Toate programele de studii de Electronică Aplicată din țară au discipline care studiază tehnologia electronică. Aceste discipline sunt orientate în două direcții: proiectarea cablajelor imprimate și cunoașterea proceselor industriale de producție.

Specializarea Electronică Aplicată din cadrul Facultății de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor nu face excepție și studenții sunt pregătiți în acest domeniu. O dovadă este concursul internațional de tehnologie electronică TIE (Tehnici de Interconectare în Electronică, www.tie.ro) care se organizează în fiecare an și la care participă în fiecare an și studenți de la Brașov. O imagine cu studenți participanți la acest concurs care proiectează cablaje imprimate este dată în figura 12.11.



Figura 12.11. Imaginea studenților care proiectează cablaje la concursul internațional TIE

Există programe software specializate pentru proiectarea cablajelor imprimante. O captură de ecran arată în figura 12.12 imaginea proiectării unui cablaj cu programul Orcad al firmei Cadence.

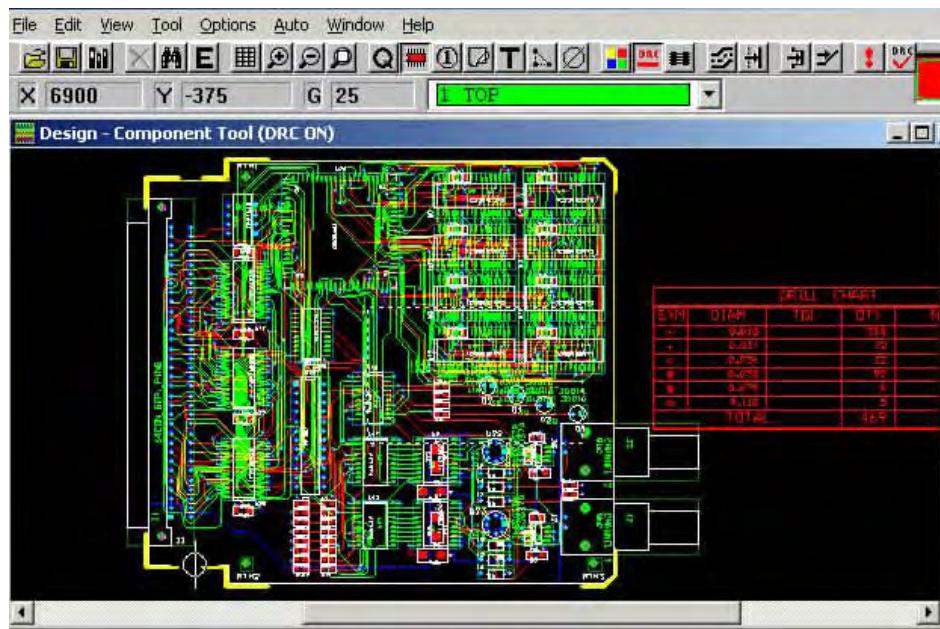


Figura 12.12.Cablaj proiectat cu Orcad, sursa
<http://www.cadxservices.com/samples/orcad.htm>

În figura 12.13 este o captură de ecran din programul de proiectare Pads de la Mentor Graphics.

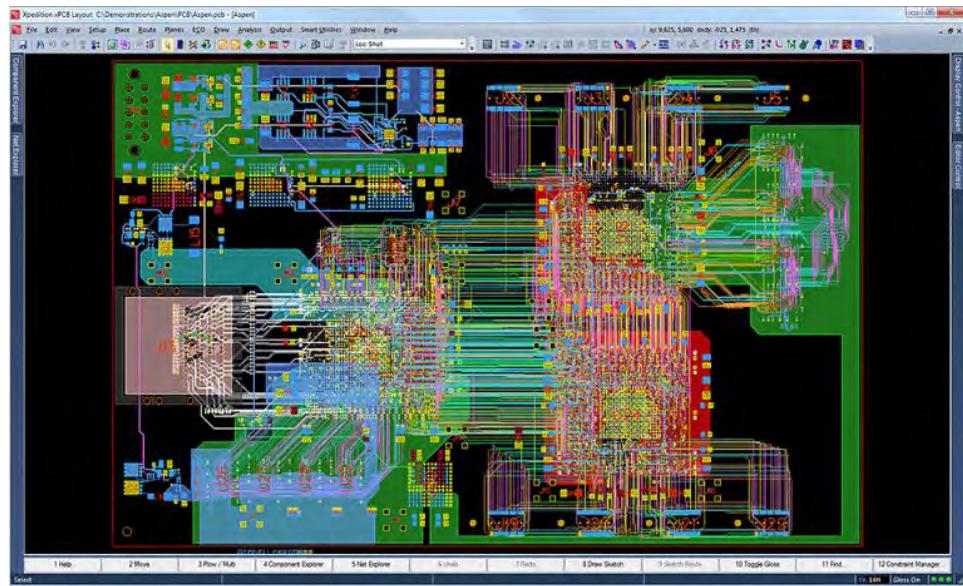


Figura 12.13. Cablaj proiectat cu Pads, sursa
<https://www.mentor.com/pcb/xpedition/layout/>

O listă a principalelor companii care produc astfel de programe și cifra lor de afaceri este, conform https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_design_automation (date din 2012):

- \$5.77 billion – [Synopsys](#)
- \$4.46 billion – [Cadence](#)
- \$2.33 billion – [Mentor Graphics](#)
- \$507 million – [Magma Design Automation](#); Synopsys a cumpărat Magma

Există și programe de proiectare gratuite, pentru proiectarea unor aplicații mai simple, cum este cel din figura 12.14.

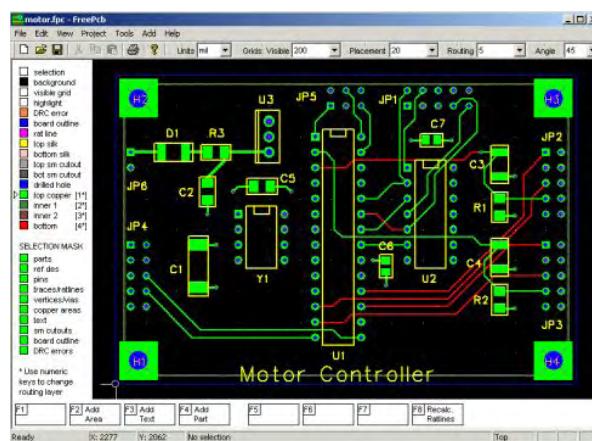


Figura 12.14. Program open source pentru proiectarea de cablaje, sursa
<http://www.circuitstoday.com/pcb-design-and-layout-software>

Ca și pentru inginerii în domeniul ingineriei materialelor și pentru inginerii în domeniul electronicii există multe locuri de muncă în producția de plăci electronice, mai ales în ultima perioadă de timp. Contextul economic este în acest moment favorabil și în zona Brașovului s-a dezvoltat producția de plăci și subansamble electronice. Ca și în toate ramurile producției și producția de plăci electronice este condusă de calculatoare electronice. La început este produsă placa de circuit imprimat, apoi aceasta este plantată cu componente, apoi sunt realizate lipiturile. Preocupările de educație tehnologică de la Universitatea Transilvania din Brașov s-au materializat prin cumpărarea unei mașini de realizat cablaje și a unei mașini de plantat componente prin proiectul de fonduri structurale Produse High-tech pentru Dezvoltare Durabilă, PRO-DD, finanțat prin POS-CCE, ID123, figura 12.15, http://www.unitbv.ro/icdt_ro/.



Figura 12.15. Mașina cu calculator de plantat componente

După ce componentele au fost plasate pe placa de cablaj, acestea sunt lipite cu cositor topit într-o instalație numită sistem de lipire cu val, figura 12.16.

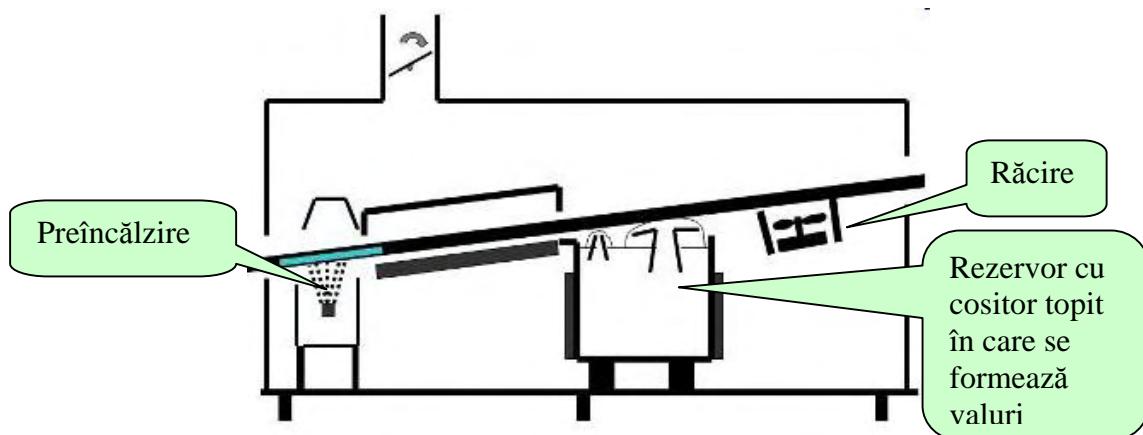


Figura 12.16. Lipirea cu val (Wave soldering machine), sursa <http://www.dispensetips.com/pages/wave-solder-machine-history.html>

Placa este preîncălzită, apoi trece pe deasupra rezervorului cu aliaj topit unde valul realizează lipiturile. La ieșire placa este răcită. Un calculator de control asigură temperatura optimă a aliajului topit (aliaj de cositor cu argint, cu sau fără plumb).

Un motor comandat de calculator creează valul de cositor care trece sub placă. Dacă nu ar fi fost un val atunci contactul plăcii pe toată suprafața cu aliajul topit ar fi distrus placă. O imagine de pe linia de producție a firmei Gigabyte este dată în figura 12.17 stânga iar o mașină de lipire cu val în figura 12.17 dreapta.

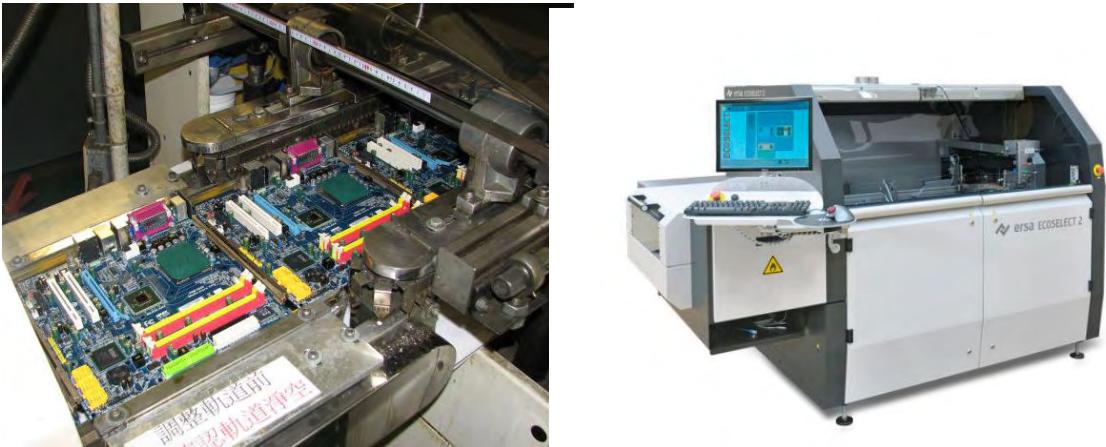


Figura 12.17. Plăci pe linia de producție a firmei Gigabyte, sursa <http://techreport.com/review/15743/a-tour-of-a-gigabyte-factory/3> și o mașină de lipire cu val, sursa <http://www.directindustry.com/prod/ersa-gmbh/product-36120-716107.html>

Temperatura la care este menținută suprafața plăcii care urmează să fie lipită este controlată precis de sistemul de calcul și este asigurat un profil de variație, cum este de exemplu cel din figura 12.18.

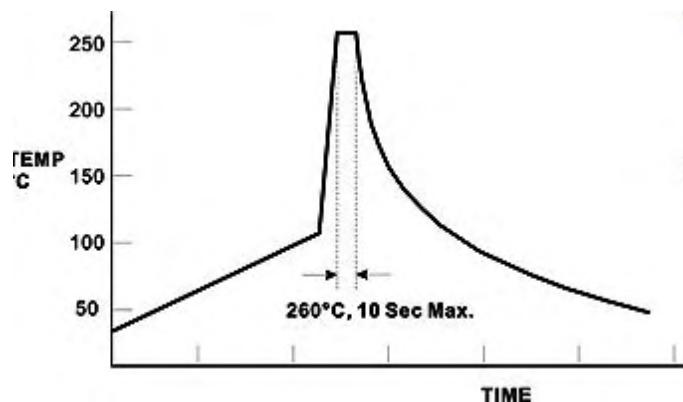


Figura 12.18. Profil de variație a temperaturii în mașina de lipire cu val, sursa <http://www.motien.com.tw/chinese-ct/FAQ-1-ct.html>

Programul software care rulează pe calculatorul de control al temperaturii, figura 12.19 permite vizualizarea în timp real a profilului de variație a temperaturii.

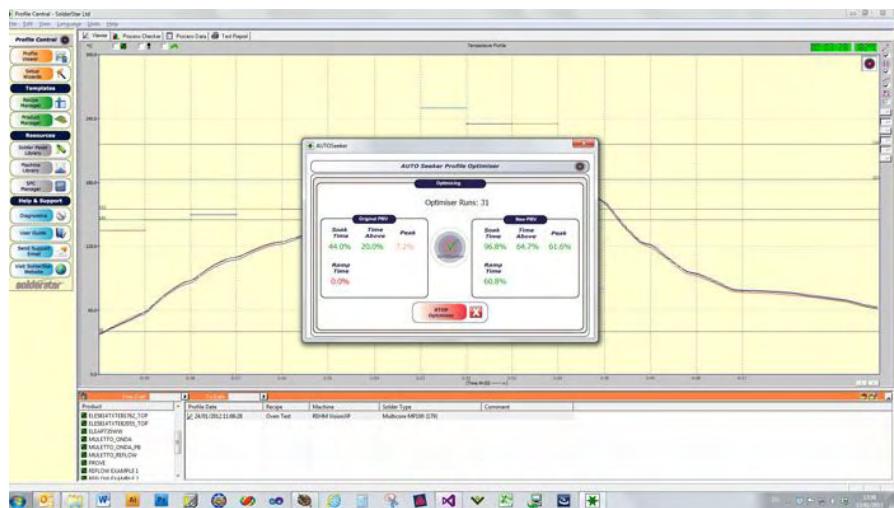


Figura 12.19. Program de control al temperaturii în mașina de lipire cu val, sursa <http://www.solderstar.com/solderstar-solutions/solutions-reflow/profile-central-software/>

O lipitură incorectă are ca efect nefuncționarea plăcii. Acest lucru se poate datora materialul din baia de lipire care nu are temperatura, structura sau vâscozitatea necesară. După lipirea plăcii este realizată o inspecție vizuală sau cu o cameră video. În al doilea caz imaginea este analizată cu programe software dedicate. În cazul unor defecte repetitive, lipiturile sunt analizate în detaliu cu ajutorul unor imagini realizate prin expunere la raze X, figura 12.20.

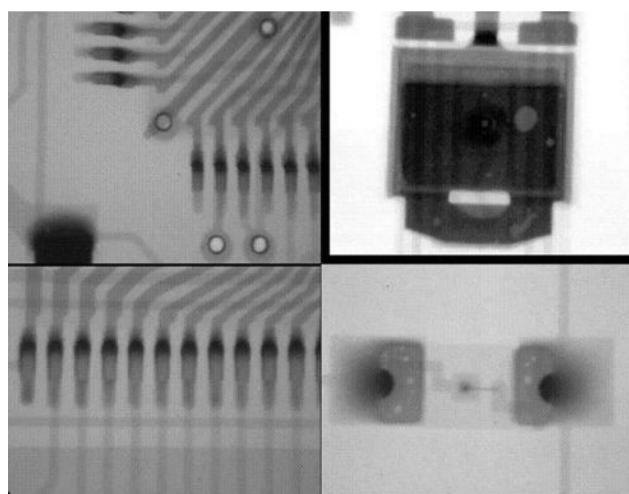


Figura 12.20. Imagini de lipituri realizate prin expunere la raze X, sursa <http://digixsci.com/2DPCBInspection.html>

Pentru identificarea problemelor create de încălzirea componentelor la plăcile de bază ale calculatoarelor se poate face o analiză termică. Se știe că încălzirea excesivă este responsabilă de multe din defectele plăcilor de bază și limitează drastic durata de viață a plăcilor. În figura 12.21 se poate vedea o imagine termică a două plăci de bază, cea din stânga are temperaturi normale la toate circuitele iar cea din dreapta are procesorul cu o temperatură mărită. Analiza de imagine se face automat cu un calculator echipat cu cameră de luat vederi.

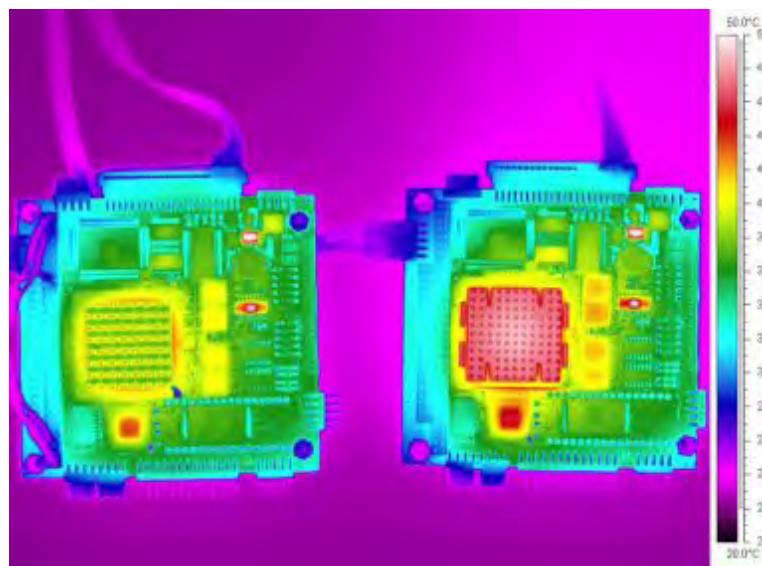
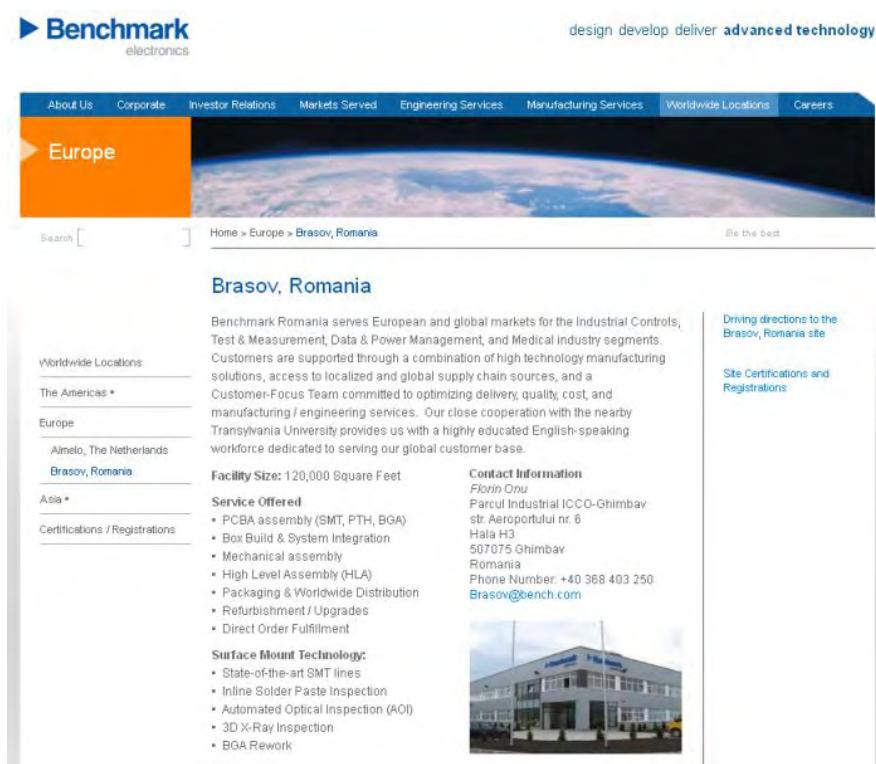


Figura 12.21. Imagini termice a două plăci de bază, sursa
<https://www.youtube.com/watch?v=fV6yqA2SQSM>

Prin particularitățile procesului de producție al plăcilor electronice prezentat până acum se poate afirma că munca inginerilor necesită atât cunoștințe de electronică cât și cunoștințe de ingineria materialelor, iar activitatea este bazată pe calculatoare.

Doi producători de plăci electronice cu prestigiu în Brașov, angajatori importanți ai studenților Facultății de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor sunt Miele, figura 12.22 și Benchmark, figura 12.23.

Figura 12.22. Miele în Brașov, sursa <http://www.miele.ro/technica.php>Figura 12.23. Benchmark în Brașov, sursa <http://www.bench.com/WorldwideLocations/Europe/Pages/Brasov-Romania.aspx>

13.Cât sunt de periculoase câmpurile electromagnetice generate de funcționarea calculatoarelor și a transmisiilor fără fir?

13.1.Telofoane mobile

Există multe opinii despre efectele negative ale câmpului electromagnetic generat de telefoanele mobile. Astfel, se afirmă că "If Mobile Phones Were a Type of Food, They Simply Would Not be Licensed", sursa fiind pagina <http://nexusilluminati.blogspot.ro/2008/12/mobile-phones-unsafe.html>

În figura 13.1. sunt prezentate câteva imagini preluate din articole publicate în Internet despre pericolele câmpului generat de telefoane.

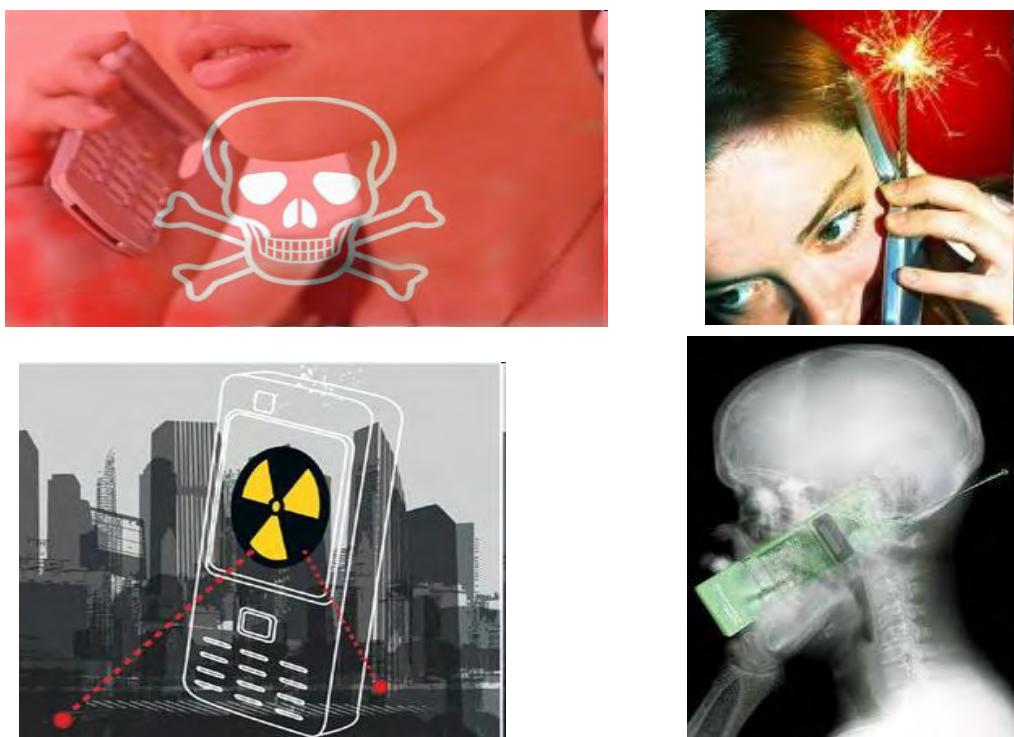


Figura 13.1. Imagini preluate din articole publicate în Internet despre pericolele câmpului generat de telefoane <http://www.myce.com/news/san-francisco-mulls-cell-phone-radiation-labels-24064/>, <http://inflamation.com/cell-phone-radiation/the-largest-human-biological-experiment-ever/attachment/how-mobile-phone-radiation-penetrates-the-brain/>,
https://textually.org/textually/archives/cat_technology.htm?p=17,
<http://nexusilluminati.blogspot.ro/2008/12/mobile-phones-unsafe.html>

Încălzirea locală a țesuturilor în zona apropiată urechii este un efect necontestat al folosirii unui telefon mobil. Astfel, în fotografia din figura 13.2 se văd imagini termografice înainte de utilizarea unui telefon mobil (stânga) și după o convorbire de 15 minute (dreapta). Se poate observa după convorbire încălzirea țesuturilor marcată prin culoarea roșie.

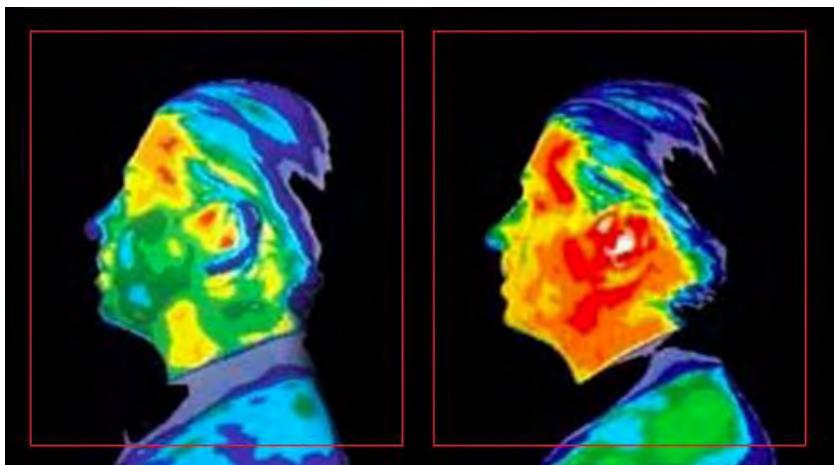


Figura 13.2. Imagini termografice, sursa <http://emretguard.com/how-safe-is-cell.html>

Dacă efectele termice ale utilizării telefoanelor sunt dovedite, există foarte multe discuții legate de efectul cancerigen. În San Francisco o inițiativă legislativă locală a cerut producătorilor să inscrieze pe telefoane un mesaj de avertizare, ca și pe pachetele de țigări, inițiativă care a eșuat. Mesajul care se dorea afișat pe telefoane este redat în figura 13.1 stânga sus. și în România există exagerări ale mijloacelor media. Titlul "Incredibil! Radiațiile electomagnetice ale antenelor GSM lovesc blocurile din vecinătate!" apare în ziarul <http://www.ziarulring.ro/stiri/eveniment/224464/Incredibil-Radiatiile-electromagnetice-ale-antenelor-GSM-lovesc-blocurile-din-vecinatate->. Argumentul prezentat în acest articol este: "Faptul că în unele instituții ale statului se acordă spor de toxicitate de 10% din salariu pentru efectele radiațiilor electomagnetice emise de antenele operatorilor de telefonie mobilă dovedește încă o dată că acele câmpuri electomagnetice sunt dăunătoare sănătății"

O statistică arată că în România numărul de utilizatori activi ai serviciilor de telefonie mobilă era de 22,9 milioane la sfârșitul anului 2014 (<http://www.ancom.org.ro/romanii-vorbesc-tot-mai-mult-la-telefonul-mobil- 5393>). Telefonul mobil și stațiile fixe de deservire montate pe blocuri stârnesc îngrijorarea în rândul populației. Din ce în ce mai multă lume caută răspunsuri la întrebări legate de efectele radiației electomagnetice asupra sănătății fizice și psihice a individului.

Pentru informații credibile despre acest subiect se pot consulta pagini ale unor organizații internaționale. Un raport oficial al Organizației Mondiale a Sănătății

(World Health Organization, WHO) arată că există pe piață un număr foarte mare de telefoane mobile și stații fixe care deservesc telefonia mobilă. Telefoanele mobile emit puteri între 0,2W și 3W iar stațiile fixe până la 100W în gama de frecvențe 800-1800MHz. Energia electromagnetică este absorbită în corpul uman și produce căldură, dar sistemul de autoreglare al corpului menține temperatura constantă. WHO a urmărit cercetările asupra efectelor undelor electromagneticice și menționează în raport că nu s-a pus în evidență vreo legătură între expunerea prin folosirea telefoanelor mobile și cancer. Se studiază în continuare în această direcție, dar și în altele cum ar fi schimbări în activitatea cerebrală, timpi de reacție etc. Totuși cercetările nu sunt finalizate și este prematur să se tragă vreo concluzie, aşa încât WHO recomandă utilizarea cu precauție a telefoanelor mobile mai ales de către copii, scurtarea con vorbirilor, utilizarea sistemelor hands free etc. Pentru stațiile fixe trebuie luate măsuri de limitare a accesului în apropierea antenei unde energia radiată este mare.

În lucrarea lui AlOrainy, "Recent Research on Mobile Phones Effects", Proceedings of the International Conference on Non Ionizing Radiation at UNITEN, ICNIR 2003 se arată rezultatele unui studiu pe 550 mii de persoane în Danemarca care a urmărit incidenta cazurilor de cancer și nu a pus în evidență o incidentă mărită la utilizatorii de telefoane mobile. În general nu s-a remarcat o creștere a numărului de cazuri de cancer în lume în ultimii zece ani în lume, perioadă în care numărul de telefoane mobile și stații fixe a crescut foarte mult, ceea ce este deja o dovedă statistică serioasă a faptului că radiația electromagnetică nu provoacă cancer. S-au pus totuși în evidență efecte biologice (altele decât încălzirea) la culturi de celule (creșteri) sau la nevertebrate (mărirea fertilității) aşa că studiile pot continua și se recomandă creșterea eșantioanelor de populație pe care se fac teste. O altă lucrare, un raport publicat în Olanda și preluat de WHO Health Council of the Netherlands, "Mobile phones; an evaluation of health effects" din 2006 confirmă rezultatele WHO dar atrage atenția asupra folosirii telefoanelor mobile în traficul auto.

În lucrarea lui R. Colin din 2006, "Summary of National Activities", Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency ARPANSA se prezintă un raport al situației în Australia unde în cadrul unui program vast de cercetare s-au monitorizat nivelele de radiații în jurul a 60 de stații fixe pentru a compara nivelele radiate cu nivelele admise. O linie telefonică a fost pusă la dispoziția populației pentru a reclama efectele radiației și s-au înregistrat un număr foarte mic de reclamații. O ramură specială a cercetărilor are ca obiect studiul radiațiilor electromagneticice asupra copiilor Children's EMF (Electromagnetic Fields) Research Agenda (<http://www.who.int/peh-emf/research/children/en/>) care au un organism mai fragil și care folosesc altfel telefoanele mobile- schimbă des operatorul, folosesc cartele reîncărcabile etc. Se propun studii asupra sistemului nervos și mai ales asupra creierului, motivul fiind acela că în timpul con vorbirii telefonul este apropiat de creier. Se propun și studii

asupra sistemului imunologic care se dezvoltă în perioada copilăriei. Studiile se pot efectua pe voluntari sau pe culturi de celule umane.

Din păcate, în Brașov nu a fost aplicată prudența recomandată de WHO și au fost amplasate antene GSM atât pe clădirea maternității cât și pe clădirea spitalului de copii, figura 13.3.



Figura 13.3. Antene plasate în Bașov pe clădirea maternității și a spitalului de copii

Măsura ratei de absorbție a energiei de către corpul uman supus la energia de radiofrecvență (RF) este dată de SAR (Specific Absorption Rate). SAR este definită ca puterea absorbită de masa de țesut, iar unitatea de măsură este W/kg. De regulă SAR se referă la o cantitate mai mică de țesut care se specifică și care poate fi 1 sau 10g.

Limitile maxime admise pentru SAR sunt:

- o În SUA FCC (Federal Communications Commission) permite un nivel maxim de 1,6W/kg (1g țesut);
- o În Comunitatea Europeană standardul IEC 62209-1 permite 2W/kg (10g țesut) pentru telefoane iar în medicină, la Magnetic Resonance Imaging se permit valori mai mari (10W/kg), funcție de tipul și durata scanării.

În internet există programe care în funcție de marca și tipul telefonului arată utilizatorului caracteristica SAR a telefonului. Astfel, în figura 13.4 este arătat programul producătorului Samsung și caracteristica SAR pentru un telefon-0,635W/kg la nivelul capului și 0,670W/kg la nivelul corpului.

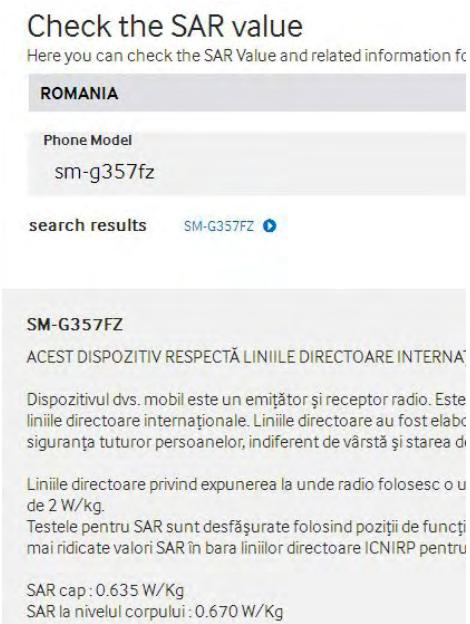


Figura 13.4. SAR pentru un smartphone Samsung, sursa http://www.samsung.com/sar/sarMain?site_cd=&prd_mdl_name=sm-g357fz&selNatCd=RO&languageCode=RO

Valori SAR la mai multe tipuri de telefoane mobile sunt date la <http://cellphones.procon.org/view.resource.php?resourceID=003054> și se încadrează între 0,5W/kg și 1,5W/kg.

Măsurarea SAR este sintetizată în <http://sarvalues.com/measuring-sar/> și necesită echipamente specializate și se fac în laboratoare acreditate, conform standardelor de măsurare.

În măsurarea SAR se folosesc modele ale corpului uman, numite fantome. Modelele sunt forme umane din materiale plastice umplute cu lichide cu aceeași comportare electrică ca a corpului uman. În figura 13.5 sunt prezentate câteva asemenea forme.



Figura 13.5. Forme umane utilizate în măsurarea SAR, sursa
<http://www.speag.com/news-events/news/measurement/new-phantom-products/>

În figura 13.6 este prezentat un sistem de măsurarea SAR. Pentru măsurare, telefonul este poziționat lângă capul fantomei și este setat la putere de emisie maximă. Un braț robotic care poartă un senzor de câmp este mișcat automat în mai multe poziții în interiorul corpului fantomei și face câte o măsurare în fiecare punct. Măsurările sunt repetate pentru mai multe poziții ale telefonului mobil și la toate frecvențele dacă telefonul poate funcționa în mai multe benzi de frecvență. Un calculator face corespondența între valorile de câmp măsurate și valoarea SAR.



Figura 13.6. Sistem de măsurare SAR, sursa https://www.ic.gc.ca/eic/site/ceb-bhst.nsf/eng/h_tt00084.html

În cursul măsurătorilor se determină cea mai mare valoare SAR care este apoi considerată valoarea SAR pentru acel telefon. La utilizarea uzuală a telefonului mobil câmpul generat poate fi mai mic decât cel din timpul măsurării SAR.

Pătrunderea câmpului în corpul uman poate fi simulață înainte de a fi măsurată pentru a obține rezultate preliminare. Astfel, de exemplu programul CST MICROWAVE STUDIO® asigură rezultate corecte într-un timp scurt. Un rezultat al simulării pentru un telefon Sony Ericsson este arătat în figura 13.7.



Figura 13.7. Simularea pătrunderii câmpului electromagnetic în corpul uman, sursa <https://www.cst.com/Applications/Article/Mobile-Phone-Simulations-With-Human-Head-And-Hand-Models>

În scopuri de cercetare măsurarea SAR se poate face și pe subiecți umani, figura 13.8.

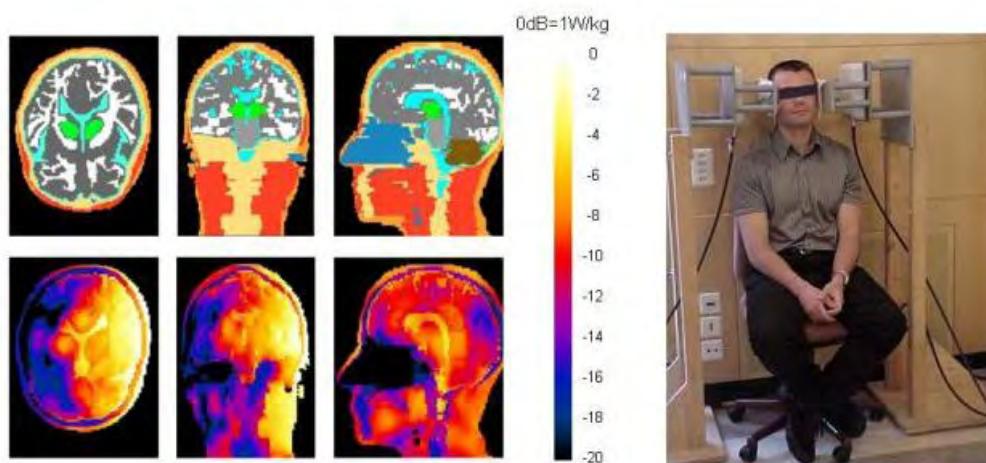


Figura 13.8. Măsurarea SAR și pătrunderea câmpului în regiunile creierului, sursa <http://www.pharma.uzh.ch/research/chronobiology/areas/sleepbiology/emf.html>

La Institute of Pharmacology and Toxicology - Chronobiology and Sleep Research de la Universitatea din Zurich se studiază pătrunderea câmpului electromagnetic generat de telefoanele mobile în diferite regiuni ale creierului uman. Se poate vedea în figura 13.8 un sistem de antene în jurul capului unei persoane.

13.2. Rețeaua de transport a energiei electrice. Măsurarea câmpului electric.

În 1979 epidemiologul Nancy Wertheimer și fizicianul Ed Lepper au publicat o lucrare în care au afirmat că în zonele locuite aproape de liniile electrice de înaltă tensiune incidența leucemiei este mai mare. Ziaristul Paul Brodeur a transformat raportul într-o știre senzațională în New Yorker apoi a publicat o carte numită *Curenții Morții* în 1989. În 1990 presiunea cetățenilor îngrijorați a impus intervenția consilierului pentru știință a Casei Albe Allan Bromley, care a inițiat un sir de cercetări științifice amănunțite. Paul Brodeur publică o nouă carte, *Marea conșpirație a liniilor electrice*, în care îl acuză pe Bromley de tergiversarea publicării unui răspuns oficial al autorităților.

În 1994 a fost încheiat un prim studiu pe 223000 de muncitori în domeniul liniilor electrice care nu a găsit nicio creștere a riscului de cancer. Un studiu similar în SUA a pus în evidență o rată a cancerului chiar mai scăzută la muncitorii electricieni, ceea ce se datorează faptului că aceștia, având venituri bune se pot hrăni sănătos și beneficiază de asistență sanitară.

În 1995 Societatea Americană de Fizică din SUA afirmă că relația între cancer și liniile de înaltă tensiune nu au fost confirmate științific, ceea ce a reprezentat o primă luare de poziție unitară a comunității științifice în problema liniilor de înaltă tensiune. În 1996 Academia Națională de Științe din SUA a publicat raportul Stevens cu aceeași concluzie.

În 1997 Institutul Național de Cancer al SUA a anunțat concluziile unui studiu complet realizat de medici pe un număr foarte mare de subiecți și care a fost publicat în New England Journal of Medicine, care pe lângă faptul că nu a găsit nicio legătură între cancer și liniile electrice deplânge sumele de bani cheltuite inutil în cei 18 ani de cercetări în această direcție. Un studiu canadian efectuat în 5 provincii din Canada, publicat în 1999 confirmă rezultatele studiilor americane.

Pe pagina WHO (World Health Organization), este publicat rezultatul unui studiu din 2001 al IARC (International Agency for Research on Cancer) care clasifică factorii de risc în carcinogeni (tutunul, radiațiile ionizante), probabil carcinogeni (radiația UV, lămpile de bronzare) și posibil carcinogeni (cafea). Câmpul electromagnetic de joasă frecvență este clasificat la posibil carcinogen, alături de cafea, cu mențiunea că un astfel de lucru este credibil.

În cartea *Ştiinţa Voodoo*, Robert L.Park interpretează diferenţa de nuanţă între sigur, probabil și posibil astfel: dacă auzi că un câine se plimbă într-o piaţă nu te îndoieşti, dacă auzi că un leu se plimbă prin piaţă este *probabil* adevărat, dar ai vrea dovezi, de exemplu o ştire despre evadarea unui leu de la Zoo, iar dacă auzi că un stegozaur se plimbă prin piaţă este *posibil*, dar crezi totuşi că cel care povesteşte a făcut o confuzie.

În fiecare an la Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor au loc una sau două excursii pentru măsurarea câmpului electric lângă antenele de telefonie mobilă și sub liniile de înaltă tensiune. Câteva din locurile de măsurare sunt prezentate în figura 13.9.



Figura 13.9. Imagini de la măsurarea câmpului electric în cadrul unei activități cu studenții

Valoarea câmpului electric măsurată în apropierea liniilor de înaltă tensiune și a stațiilor de transformare este mult sub valorile admisibile, astfel sub un stâlp de înaltă tensiune valoarea maximă este 546,19V/m, cu puțin mai mare de 10% din valoarea admisibilă (5kV/m). La fel stau lucrurile și în apropierea unei stații de transformare. Un studiu mai complex, realizat chiar în interiorul unei stații de transformare arată că valorile câmpului electric depășesc valorile admise doar în imediata apropiere a barelor de înaltă tensiune, în stația de 400kV atingând 22kV/m iar în cea de 220kV doar 11,7kV/m. Valoarea câmpului descrește rapid cu distanță.

O altă comparație arată că sub un stâlp de înaltă tensiune valoarea câmpului este cu ceva mai mare decât într-un apartament unde tensiunile nu sunt aşa mari dar rețeaua

de fire care trece prin pereți (prin aproape toți pereții unei camere) radiază un câmp electric important. Evident că într-un apartament la parter câmpul electric este redus la jumătate iar într-o casă a fost măsurat și atinge valori de 2-5V/m.

În figura 13.10 sunt prezentate rezultatele măsurătorilor valorii câmpului electric în una dintre excursiile cu studenții. În graficul de sus se văd amplitudinile câmpului electric în banda de comunicații GSM și se văd foarte clar frecvențele la care se fac comunicații. În graficul de jos se vede amplitudinea câmpului electric în jurul frecvenței rețelei de alimentare de 50Hz. În nicio măsurătoare valoarea măsurată a câmpului nu a depășit valorile admise.

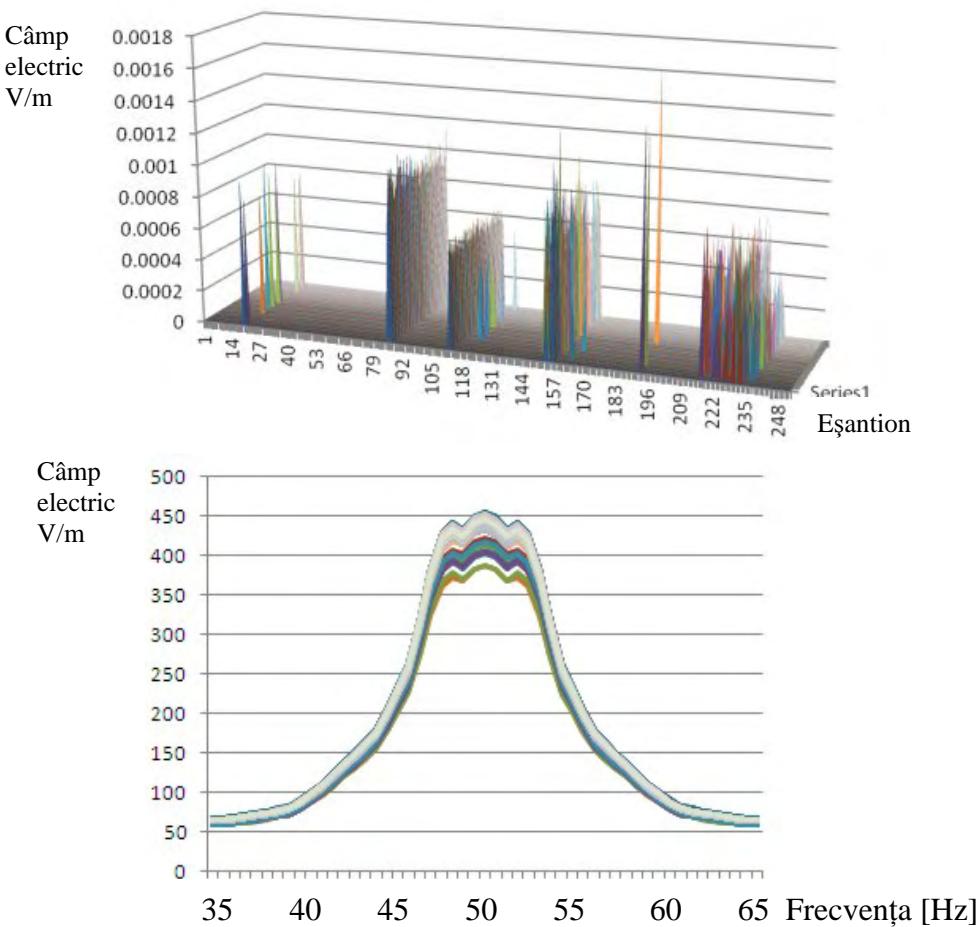


Figura 13.10. Valorile câmpului electric măsurat la frecvențe înalte 800MHz-2,4GHz (sus) și joase 35-65Hz (jos)

Deseori trecătorii i-au întrebat pe studenți ce măsoară, apoi au fost interesați de rezultate, apoi au fost discutate efectele câmpului electromagnetic. Trecătorii au aflat aspecte concrete asupra acestei teme, iar studenții s-au antrenat în dialoguri profesionale.

Puterea de emisie maxim admisă pentru câteva din aparatele fără fir uzuale este:

- o Telefoane mobile: 125-250mW
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/00673/04265/index.html?lang=en>
- o Routere wireless: 100mW la 2,4GHz și 1000mW în banda 5GHz,
<http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/compliance/reference/guide/euap1000.html>
- o Telefoane DECT (Digital enhanced cordless telecommunications): 250mW
http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/electromagnetic-fields/l-3/2-exposure-radio-fields.htm

Pare că routerele wireless sunt mai periculoase decât telefoanele mobile din punctul de vedere al emisiei câmpului electromagnetic. Totuși, faptul că telefonul mobil este utilizat în convorbire foarte aproape de cap face ca emisia lui de câmp să fie mult mai atent cercetată.

13.3. Dispozitive absorbante a radiației electromagnetice

În figura 3.11 este prezentată o husă protectoare pentru radiații numită bio vortex.



Figura 3.11. Husă protectoare împotriva radiațiilor, sursa
<http://www.amazon.com/BioShield-Smartphone-Quantum-Radiation-Protector/dp/B004YXC1WO>

Denumirea husei utilizează cuvinte greu de înțeles ca vortex sau quantum, dar care sună foarte științific, lăsând impresia că husele au fost rezultatul unei cercetări serioase.

În figura 13.12 este prezentat un dispozitiv care protejează organismul uman la efectele negative ale radiației.



Figura 13.12. Dispozitivul Torser pentru protecția la radiații electomagnetic, sursa http://www.torser.com/ro/scientific_base/negativ_influence_for_health/mobile_phones/default.aspx

Pe site-ul de prezentare se afirmă că “Cea mai eficientă protecție la ora actuală reprezintă generatorul torsionic de protecție bioinformațională Torser”. În afară de faptul că “torsionic” nu există în limba română, noțiunea de protecție bioinformațională este vagă. Întrebarea retorică “Crezi că sănătatea ta merită măcar atât?” subliniază utilitatea cumpărării iar durata de protecție de 7 ani promisă folosește o cifră cunoscută din povești, ca în Albă ca zăpada și cei 7 pitici.

Iată câteva studii științifice despre acest subiect. Raportul publicat în Olanda (Health Council of the Netherlands, 2006, “Mobile phones; an evaluation of health effects”, 2006) afirmă că nu există absorbante care să aibă efect asupra câmpului electromagnetic. Oliver afirmă în lucrarea (Oliver JP, Chou CK, Balzano Q., Testing the effectiveness of small radiation shields for mobile phones. Bioelectromagnetics 2003;24:66-9) au fost testate 9 tipuri de dispozitive de absorție a radiațiilor “No reduction in SAR was measured with any of the shields tested. Nor did the shields change the location of the peak SAR in the phantom”

Se poate afirma cu certitudine că aceste dispozitive sunt lansate pe piață bazându-se pe naivitatea cumpărătorilor și pe teama de efectele câmpului electromagnetic. Multe persoane fac o confuzie între radiația electromagnetică și radiația nucleară. Radiația nucleară este dovedit cancerigenă.

Câteva concluzii sumare la sfârșitul acestui capitol sunt:

- 1.Efectele câmpului electromagnetic asupra corpului uman sunt indiscutabile. De exemplu încălzirea locală provocată de telefonul mobil este o certitudine;
- 2.Efectele cancerigene ale câmpului electromagnetic nu au putut fi dovedite, nici în cazul telefoniei mobile și nici în cazul liniilor electrice de transport a energiei. Totuși se recomandă prudență și limitarea la strictul necesar al con vorbirilor telefonice;
- 3.Efectele câmpului electromagnetic generat de un sistem de calcul în funcțiune și de un monitor LCD sau LED asupra sănătății este neglijabil. Desigur că un timp mare petrecut în fața calculatorului poate provoca probleme de vedere, dar nu datorate câmpului electromagnetic;
- 4.Nu există menționată nicio depășire a limitei maxime de nivel al câmpului electromagnetic în zonele în care populația are acces și nu a fost măsurată nicio depășire în măsurările efectuate de studenți;
- 5.Dispozitivele absorbante de radiații nu au niciun efect. Rațiunea ne poate spune că în cazul unei huse care oprește câmpul electromagnetic al unui telefon, cu siguranță telefonul nu va putea fi utilizat pentru con vorbiri la distanță prin câmp electromagnetic;
- 6.Mai există întrebări la care această carte nu poate răspunde, pentru că nu țin de știință ci de politică. Cum ar fi cea legată de stabilirea limitelor maxime de expunere la câmp electromagnetic, dacă aceste limite sunt corect stabilite sau sunt stabilite atât de mari încât tehnologia telecomunicațiilor să se poată dezvolta. Sau ce s-ar întâmpla dacă niște cercetări ar dovedi efectul cancerigen al câmpului electromagnetic?

Mai multe detalii despre noțiunile parcurse în capitolul 13 pot fi găsite în [15.Bibliografie](#), [32-38].

14. Virusi și atacuri cibernetice

14.1. Istorici, prezent și viitor

Virusii din domeniul calculatoarelor sunt programe care, atunci când sunt executate inserează secvențe de program în calculatorul gazdă, în programe, fișiere, în sistemul de operare sau pe zona de lansare a sistemului de operare de pe hard disc. De cele mai multe ori, programele virus afectează funcționarea calculatorului infectat prin distrugerea datelor sau a programelor, prin ocuparea spațiului din memorie și de pe hard disc, prin accesul la informații personale, accesul la lista de adrese de mail, utilizarea adresei de mail pentru a trimite mesaje nesolicitante, prin afișarea agresivă de reclame, prin înlocuirea în programele de navigare pe Internet a motoarelor de căutare, etc. De regulă programele virus se multiplică prin infectarea fișierelor, iar la copierea datelor sunt afectate și alte calculatoare. Mai rar programele virus afectează calculatorul gazdă prin legătura la Internet în scopul afișării de reclame sau a furtului de informații și nu se multiplică. Uneori scopul virusilor este transmiterea unui mesaj politic sau a unui mesaj umoristic. Cei mai mulți virusi afectează sistemul de operare Windows, exploatajând vulnerabilitățile acestuia. Motivele producerii de programe virus sunt diverse, de la interese financiare, dorința creatorilor de faimă, amuzament, pentru a demonstra vulnerabilitatea sistemelor de operare, pentru sabotarea unor aplicații etc.

Prima lucrare în care se demonstrează posibilitatea realizării virusilor a fost lucrarea lui John von Neumann "Theory of self-reproducing automata" în 1949, care descriea cum un program poate să se reproducă. Primul virus numit Creeper a fost creat în scopuri experimentale în rețeaua ARPANET (premergătoare Internetului) în 1970. În 1982 a fost semnalat primul virus pentru calculatoare personale numit Elk Cloner, care s-a răspândit prin informația pe dischete. La a 50-a utilizare a programului infectat, virusul se activa, afișând un poem.

În 1984 în lucrările lui Fred Cohen programele cu autoreplicare sunt numite pentru prima dată virusi, iar o demonstrație a autorului arată că nu poate exista un algoritm care să detecteze orice fel de virus. Primul virus pentru calculatoare IBM PC a fost numit Brain și a fost creat în 1986 în Pakistan. Primul virus creat special pentru sistemul de operare Windows a fost WinVir, creat în 1992, iar în 1997 a fost creat primul virus rezident în memorie, criptat, numit Win32.Cabanas. În 2001 a apărut primul virus care a atacat prin rețele sociale (MSN Messenger), numit Win32.5-0-1 care trimitea spre autorul virusului date personale ale utilizatorilor.

În figura 14.1 sunt date câteva imagini de virusi de notorietate. Virusul Jerusalem șterge fișiere în ziua de vineri 13 (1987) (o secvență în limbaj de asamblare), virusul Loveletter care a fost ascuns într-un mail (2000) și a produs pagube de circa 10 miliarde de dolari în 20 de țări și virusul Elk Cloner (1982).

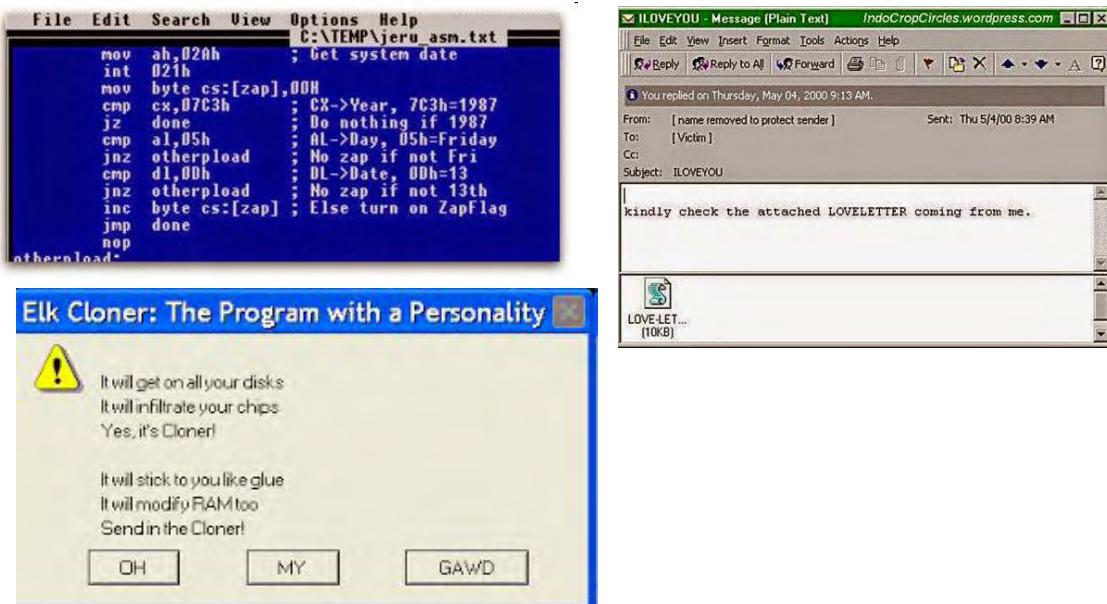


Figura 14.1. În stânga virusul vineri 13, în dreapta Loveletter, sursa <http://www.keepreview.com/2015/05/dangerous-computer-virus-throughout.html>, virusul Elk Cloner, sursa https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_virus#Historical_development

În prezent numărul virușilor crește continuu. Apariția dispozitivelor mobile a însemnat și apariția virușilor dedicați acestora. Creșterea numărului de viruși pentru aplicațiile mobile de internet banking determinate de Kaspersky în 2013 și 2014, figura 14.2.

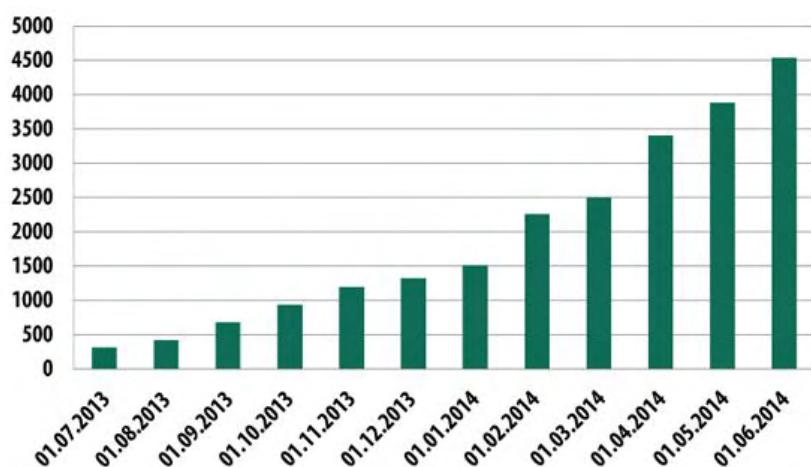


Figura 14.2. Creșterea numărului de viruși pentru aplicațiile mobile de internet banking, sursa <https://securelist.com/analysis/quarterly-malware-reports/65340/it-threat-evolution-q2-2014/>

Perspectivele de viitor arată că programele antivirus se modernizează și detectează din ce în ce mai mulți virusi iar sistemele de operare se îmbunătățesc, eliminând vulnerabilitățile detectate. Din păcate, aceeași evoluție este înregistrată și la creatorii de virusi. Revista Weekly World News emite ipoteza fantezistă a infectării oamenilor cu virusi informatici, figura 14.3.



Figura 14.3. Idei fanteziste despre virusi, sursa Weekly World News

Totuși, în această direcție o idee interesantă este cea din <http://www.infosecurity-magazine.com/news/pacemaker-virus-could-lead-to-mass-murder/> unde se arată că virusii pot afecta stimulatoarele cardiace, astfel încât să fie posibil ca un virus să afecteze nu un calculator ci viața unei persoane. Desigur că sistemul de calcul trebuie să fie aproape de stimulator pentru ca virusul să se poată transmite. În prezent, datorită dezvoltării transmisiilor fără fir și dezvoltarea penetrării virușilor pe această cale se dezvoltă. De exemplu în <http://www.rfidvirus.org/> se descriu modurile de atac și efectele virușilor în sistemul de recunoaștere la distanță RFID.

14.2. Virusi și antiviruși

Virusii pot infecta fișierele executabile (.EXE și .COM), fișiere de date (.DOC, .PDF etc.) sau pot intra în sectorul de pornire (boot) al hard discului. După ce a infectat un calculator un virus poate rămâne rezident în memorie și intercepțează anumite intreruperi cerute de sistemul de operare pentru a se multiplica, infectând alte fișiere. O altă posibilitate este ca virusul să nu rămână rezident ci să se lanseze o singură dată, cu același scop, cel am multiplicării.

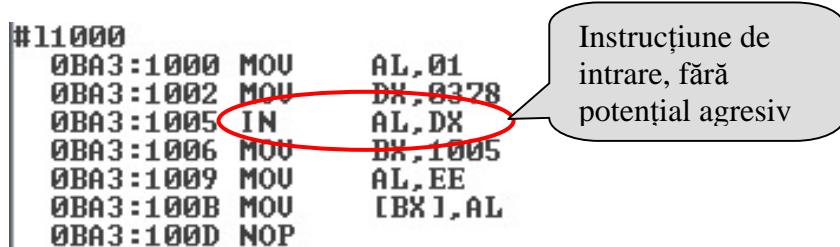
De multe ori efectul distructiv al virușilor nu se manifestă, dar utilizatorul este deranjat de micșorarea vitezei calculatorului datorită timpului consumat de virus pentru multiplicare sau de diverse incompatibilități între virusul rezident și anumite programe ale utilizatorului.

Metodele prin care virușii se ascund au evoluat în timp, iar programele antivirus de asemenea. Primii viruși modificați fișierul, fără ca data în care a fost creat fișierul să se modifice. Ca răspuns, antivirușii verifică CRC-ul (Cyclic Redundancy Check), care este un fel de semnătură a unui fișier, utilizată la transmiterea sau memorarea fișierului pentru a verifica corectitudinea operației. Ca răspuns virușii au început să analizeze fișierele executabile și să se încarce în locuri libere, neocupate de programul util. De asemenea virușii încearcă să stopeze procesul de analiză al antivirusului rezident.

Cea mai utilizată metodă de detecție a virușilor este analiza semnăturii, adică verificarea existenței într-un program util a unei secvențe de date specifică unui virus. Pentru a nu putea fi detectați au apărut virușii cu criptare. Programul virus conține doar un modul de criptare și un generator de chei de criptare, iar fiecare fișier este infectat cu o copie a virusului, diferită de la fișier la fișier. Următorul pas realizat în construcția de viruși a fost virusul polimorfic, la care însuși mecanismul de criptare se modifică. Modificare virusului de la fișier la fișier face dificilă obținerea unei semnături prin care este recunoscut virusul. Yongge Wang afirmă că se pot crea astfel viruși aproape imposibil de detectat, sau altfel spus practic nedetectabili (sursa <http://webpages.uncc.edu/yonwang/papers/virus.pdf>). Virușii metamorfici sunt viruși cu complexitate ridicată care își schimbă formă în întregime după ce au infectat un fișier. Astfel, virusul W32/Simile conține 14000 de linii de program în limbajul de asamblare din care circa 90% sunt utilizate pentru nucleul metamorfic care modifică forma virusului.

Doar pentru cititorii care au parcurs cu atenție [2.2.Aritmetica calculatoarelor](#) se poate demonstra simplu cum se poate face un program care se automodifică. În figura 14.4 este dată o secvență de cod.

```
#11000
    0BA3:1000 MOU    AL,01
    0BA3:1002 MOU    DX,0378
    0BA3:1005 IN     AL,DX
    0BA3:1006 MOU    DX,1005
    0BA3:1009 MOU    AL,EE
    0BA3:100B MOU    [BX],AL
    0BA3:100D NOP
```



A call instruction at address 0BA3:1005 is circled in red. A callout bubble points from this circle to the text: "Instrucție de intrare, fără potențial agresiv".

Figura 14.4. Secvență de program care la prima rulare se automodifică

Secvența conține definirea unui port de intrare ieșire prin instrucțiunea MOV DX,0378, apoi se citește din port, citire care nu poate afecta în niciun fel calculatorul. Urmează două instrucțiuni care rescriu codul instrucțiunii de IN, înlocuind această instrucțiune cu una de OUT, care poate afecta calculatorul. Rularea pas cu pas a programului și programul modificat care rezultă după prima rulare sunt date în figura 14.5.

```
#t
--I----- AX BX CX DX SP BP SI DI IP
--I----- 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 1000 MOU AL,01
*0BA3:1002
#t
--I----- AX BX CX DX SP BP SI DI IP
--I----- 0001 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 1002 MOU DX,0378
*0BA3:1005
#t
--I----- AX BX CX DX SP BP SI DI IP
--I----- 0001 0000 0000 0378 0000 0000 0000 0000 1005 IN AL,DX
*0BA3:1009
#t
--I----- AX BX CX DX SP BP SI DI IP
--I----- 00AA 1005 0000 0378 0000 0000 0000 0000 1009 MOU AL,EE
*0BA3:100B
#t
--I----- AX BX CX DX SP BP SI DI IP
--I----- 00EE 1005 0000 0378 0000 0000 0000 0000 100B MOU [BX],AL =EC
*0BA3:100D
#t
--I----- AX BX CX DX SP BP SI DI IP
--I----- 00EE 1005 0000 0378 0000 0000 0000 0000 100D NOP
*0BA3:100E
#11000
 0BA3:1000 MOU AL,01
 0BA3:1002 MOU DX,0378
 0BA3:1005 OUT DX,AL
 0BA3:1006 MOU DH,1005
 0BA3:1009 MOU AL,EE
 0BA3:100B MOU [BX],AL
 0BA3:100D NOP
```

Instrucțiune de ieșire, cu potențial agresiv

Figura 14.5. Rularea pas cu pas a programului din figura 14.4 și programul modificat

Dificultățile de detecție a virușilor prin semnătură a dus la diversificarea metodelor antivirușilor. Metode de detectare euristică analizează programele prin comportarea lor, cunoscând comportarea virușilor și se anunță utilizatorul dacă există asemănări de comportament. Desigur că acest mod de detecție poate duce la detecții false. Un alt mod de protecție a utilizatorului este rularea programelor executabile bănuite că ar putea conține viruși într-un mod protejat, numit “sandbox” și urmărirea comportării lor. Antivirușii nu lasă să ruleze niciun program care face acces direct la informația de pe hard disc în zona de încărcare (boot).

Virușii fac parte dintr-o categorie mai largă, numită programe dăunătoare (malware). Programele de tip cal troian (Trojan horse) sunt executabile care au un efect nefitios asupra calculatoarelor. Aceste executabile oferă utilizatorului promisiunea unor efecte utile. Programele de tip Backdoor permit ocolirea autentificării și intrarea direct în anumite programe sau pagini de web. Un program de tip Worm odată instalat pe un

calculator se multiplică în rețea, transmițând copii ale programului. Un program de tip Spyware are scopul de a intercepta și de a transmite la distanță nume de utilizator, parole și alte informații personale ale utilizatorilor. Programele Adware sunt programe fără efect negativ asupra calculatorului care au în general scopul de a transmite reclame. O statistică a tipurilor de programe dăunătoare este dată în figura 14.6.

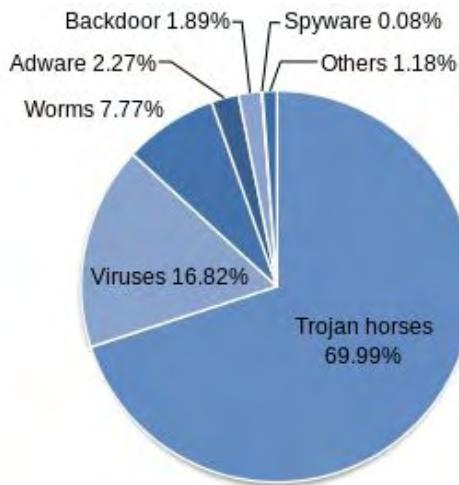


Figura 14.6. Tipuri de programe dăunătoare, sursa
<https://en.wikipedia.org/wiki/Malware>

La un nivel simplificat se poate spune că există virusi distructivi și nedistructivi. Virusii nedistructivi atacă și modifică sistemul de operare și aplicațiile, făcându-le mai lente sau nefuncționale, dar atât sistemul de operare cât și aplicațiile pot fi reinstalate. Virusii distructivi atacă datele utilizatorului, ceea ce afectează munca acestuia. La sfârșitul anului 2015 și începutul lui 2016 unul dintre virusii distructivi a făcut pagube însemnante. Virusul se multiplică prin copierea adreselor de mail de pe calculatorul infectat și trimiterea unui atașament la toată lista de mail-uri. Atașamentul conține un virus care cripteză fișierele de date ale utilizatorului de tip .DOC, .XLS, .JPG, .DBF, .RAR, .ZIP etc. Un mesaj afișat de virus solicită o răscumpărare pentru decriptarea datelor. Mesajele de răscumpărare sunt arătate în figuri 14.7 și 14.8.



Figura 14.7. Mesaj de răscumpărare afișat de virusul care cripteză, varianta 1

What happened to your files ?

All of your files were protected by a strong encryption with RSA-4096.

More information about the encryption keys using RSA-4096 can be found here:

[http://en.wikipedia.org/wiki/RSA_\(cryptosystem\)](http://en.wikipedia.org/wiki/RSA_(cryptosystem))

How did this happen ?

!!! Specially for your PC was generated personal RSA-4096 KEY, both public and private.

!!! ALL YOUR FILES were encrypted with the public key, which has been transferred to your computer via the Internet.

Decrypting of your files is only possible with the help of the private key and decrypt program, which is on our secret server.

What do I do ?

So, there are two ways you can choose: wait for a miracle and get your price doubled, or start obtaining BITCOIN NOW! , and restore your data easy way.

If You have really valuable data, you better not waste your time, because there is no other way to get your files, except make a payment.

Figura 14.8. Mesaj de răscumpărare afișat de virusul care criptează, varianta 2

Un document realizat de Asociația producătorilor de echipamente de tehnologia informației și comunicațiilor și numit *E-ghid pentru securitatea cibernetică*, (<http://asociatiait.ro/wp-content/uploads/2015/09/brosura-apdetic-2015.pdf>) afirmă că în afară de problemele de impact la nivel înalt, fiecare dintre noi suntem expuși riscurilor în viața personală sau la serviciu. Cel mai recent raport de securitate al Symantec citat în document arată că:

- o 60% dintre atacurile cibernetice din 2014 au vizat organizații mici și mijlocii, mai vulnerabile din cauza resurselor limitate pe care le au la dispoziție pentru a investiții în securitate. Cu toate acestea, riscurile depășesc granița organizației atacate, putând afecta totodată clienții, partenerii de afaceri ai acestora, angajații etc.
- o Există peste 317 milioane de noi coduri de viruși create în 2014, deci aproape un milion zilnic.
- o Atacurile de tip ransomware au crescut cu 113 procente în 2014, iar atacurile de tip ransomware bazate pe criptarea informațiilor victimelor – cu 4.000 de procente.

Au fost realizate foarte multe programe antivirus. Un test arată un clasament al programelor antivirus la nivelul anului 2016. În ordine, programele antivirus cu cele mai bune performanțe au fost considerate: Bitdefender Antivirus Plus 2016, Kaspersky Anti-Virus (2016), McAfee AntiVirus Plus (2016), Webroot SecureAnywhere Antivirus (2015), Avast Pro Antivirus 2016, AVG AntiVirus 2016, Daily Safety Check Home Edition, Emsisoft Anti-Malware 10.0, ESET NOD32 Antivirus 9, F-Secure Anti-Virus 2016, Malwarebytes Anti-Exploit Premium, Panda

Antivirus Pro 2016, Trend Micro Antivirus+ Security 2016, VoodooSoft VoodooShield 2.0, AppGuard, BullGuard Antivirus (2016), Check Point ZoneAlarm PRO Antivirus + Firewall 2016, G Data Antivirus 2015, Lavasoft Ad-Aware Pro Security 11, MicroWorld eScan Anti-Virus with Cloud Security, Anti-Executable 5.2, etc., sursa <http://www.pc当地.com/article2/0,2817,2372364,00.asp>

Evident că acest clasament este unul relativ, dovedă fiind că un alt clasament, realizat în 2015 și prezentat în figura 14.9 arată cu totul altfel. Se poate remarcă că programele antivirus create de Microsoft și incluse în sistemele de operare au eficiența cea mai scăzută.

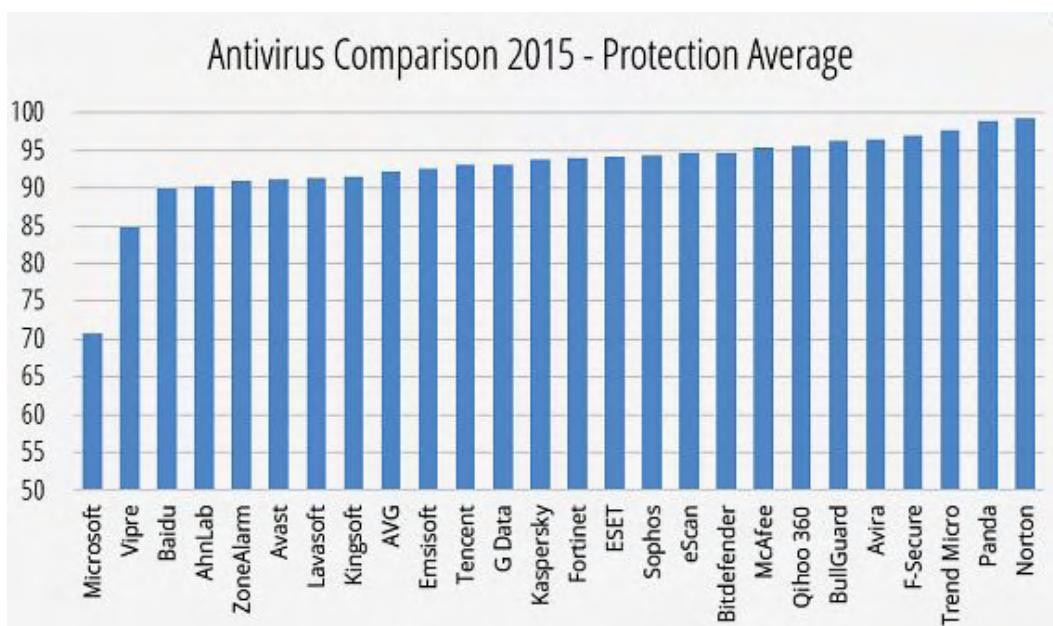


Figura 14.9. Clasament al programelor antivirus, sursa
<http://features.en.softonic.com/windows-antivirus-comparison-2015>

14.3. Metode de protejare

Metodele de protejare împotriva virușilor sunt variate și nu există o unanimitate de păreri între utilizatori asupra celor mai bune metode. Mai mult, diverse metode laudate de unii sunt criticate de alții. O părere este însă unanimă, anume că utilizarea unui antivirus nu protejează 100% informația din calculator. Cu toate că acest lucru este evident, mulți utilizatori se miră că sistemul lor este virusat în condițiile în care au un antivirus. Este bine să li se spună că existența poliției nu a eliminat toate delictele și nici existența medicilor nu a eradicat toate bolile.

Din acest motiv cea mai bună protecție (**Metoda 1**) împotriva pierderii datelor este salvarea lor. Salvarea datelor se poate face în spațiile oferite gratuit de Yahoo, Microsoft sau Google etc. pe calculatoarele lor, accesibile în Internet, spațiu de

stocare aflat în aşa numitul *Cloud*. Pentru o cantitate mai mare de date care depășesc spațiul alocat gratuit se poate închiria sau cumpăra un spațiu suplimentar. Salvarea se poate face și pe DVD-uri dar și acest mod de salvare are niște riscuri, se poate citi capitolul [3.3.Stocarea datelor pe suporturi optice](#). O altă variantă care se poate lua în considerare este salvarea pe hard discuri externe, care au devenit accesibile ca preț. Salvarea trebuie făcută cu atenție, pentru a nu transfera date de pe un calculator deja virusat. Pentru date importante se pot face salvări pe mai multe suporturi de informație, de preferință diferite. Detalii în capitolul [11.2.Sisteme tolerate la erori](#). Proceduri de salvare automată sunt oferite și de sistemele de operare, dar spațiul ocupat de aceste salvări este uneori prea mare. Pe Internet există programe care asigură salvarea automată a datelor.

A doua metodă de protecție (**Metoda 2**) este instalarea unui program antivirus. Există două variante, instalarea unui program antivirus gratuit sau cumpărarea unui program. Dacă se alege instalarea unui program antivirus gratuit, alegerea acestuia trebuie făcută cu atenție. De exemplu în figura 14.10 sunt date imaginile a două programe virusate în antivirus.



Figura 14.10. Viruși care se dau drept antiviriși, sursa
<http://oregonstate.edu/helpdocs/safety-and-security/computer-viruses-fraud/computer-viruses/fake-antivirus-warnings>

Întrebarea dacă merită cumpărarea unui antivirus este una dificilă. Este adevărat că eficiența unui antivirus gratuit este mai mică, dar experiența celor care lucrează în IT arată că au fost multe cazuri de calculatoare infectate care aveau instalate programe antivirus scumpe. Niciun fel de antivirus nu înlătărește grija și atenția utilizatorului. **Metoda 3** de protecție poate fi considerată grija și atenția utilizatorului. De exemplu la cuplarea unui stick de memorie USB care a fost utilizat pentru transfer de date se poate face o scanare antivirus. O cale importantă de intrare a programelor virus a fost permisă de o facilitate a sistemului de operare Windows XP. Fișierul Autorun.inf

(dacă există pe CD sau stick) este lansat în XP de fiecare dată când se conectează un stick sau CD la calculator. Programele virus se multiplică de la un calculator virusat prin scrierea unei comenzi de lansare a virusului în autorun.inf și astfel toate calculatoarele la care se conectează stick-ul se virusează.

Mare atenție trebuie acordată și mailurilor primite. Virușii de tip răscumpărare au afectat calculatoarele dacă utilizatorul a deschis un atașament de mail. Fiecare mail primit trebuie tratat cu rezervă și trebuie verificată autenticitatea lui. De exemplu mailul din figura 14.11 primit de la Pay Pal nu este autentic.



Figura 14.10.Mail fals

Indiciul că acest mail nu este autentic este link-ul care nu are nimic în denumire legat de PayPal. Verificarea expeditorului mail-ului arată că acesta nu a fost trimis de PayPal.

Atenția acordată calculatorului poate avea efecte pozitive pentru că apariția virușilor are, pe lângă efectul final urmărit diverse efecte asupra calculatorului. Câteva indicii că un calculator este virusat pot fi observate de utilizatori, unele fiind enumerate în documentul *E-ghid pentru securitatea cibernetică*:

- o Funcționarea calculatorului este încetinită, efect datorat de multe ori multiplicării virusului, sau calculatorul se resetează în timpul funcționării;
- o Apar situații neașteptate, cum ar fi pornirea spontană a unor programe;
- o Apar indicii de activitate intensă a hard-disk-ului, deși utilizatorul nu a generat astfel de procese;
- o Apariția unor mesaje noi;
- o Alertă bruscă de insuficiență a spațiului de pe disc;
- o Impossibilitatea de rulare a unui program din cauza memoriei insuficiente (dacă este o situație apărută neașteptat);
- o Disfuncționalități frecvente, de exemplu unele programe nu pornesc;

- o Returul e-mailurilor;
- o Sunt reclamații de la corespondenți de mail ai utilizatorului că primesc mailuri infectate;

La observarea unor astfel de indicii utilizatorul este sfătuit să facă o devirusare. Desigur că manifestările pot fi și ale unor defecte fizice ale calculatorului, așa că este indicat ca înainte de orice utilizatorul să facă salvări de date. Toate programele antivirus asigură o protecție rezidentă. Această protecție nu este suficientă în cele mai multe dintre cazuri, așa că o devirusare pornită manual de utilizator sau programată periodic este necesară.

O opțiune de devirusare puternică pe care o are antivirusul gratuit Avast permite programarea unei devirusări la pornirea calculatorului, înainte de încărcarea sistemului de operare. Se pot astfel detecta viruși care se ascund în sistemul de operare. În figura 14.10 este dată imaginea comenzi de scanare dată la un PC.

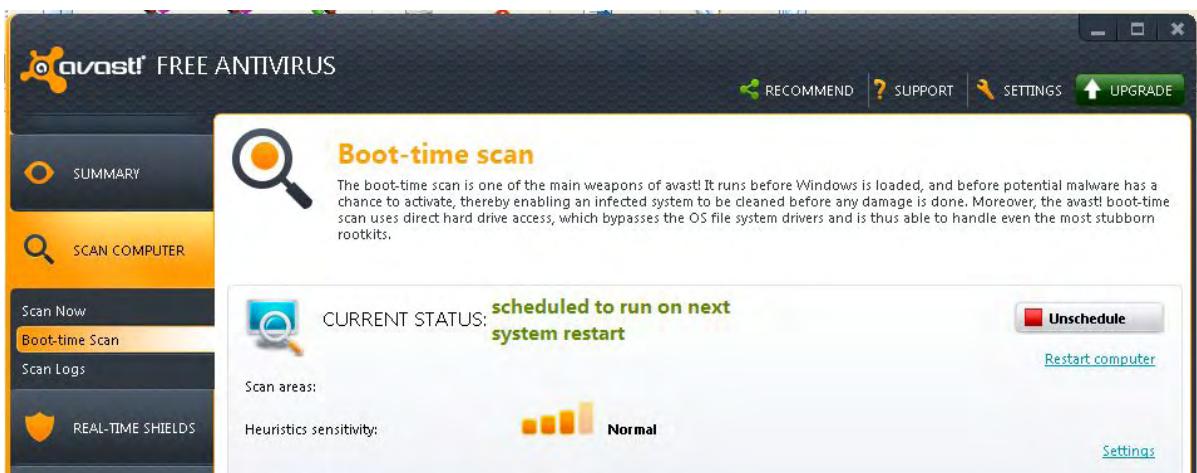


Figura 14.10. Programarea unei scanări la pornirea calculatorului

Mulți utilizatori au instalat mai multe programe antivirus pentru a fi siguri că nu se virusează. Aceasta ar putea fi o idee bună, dar din păcate timpul în care antivirușii analizează programele și își actualizează baza de date prin Internet este atât de lung încât calculatorul își încetinește mult funcționarea și de multe ori nici nu mai poate fi folosit.

Grijă utilizatorilor se poate manifesta și prin devirusarea permanentă a stick-urilor care se conectează la calculator și prin navigarea pe site-uri oficiale. Este bine să știu că navigarea pe site-uri cu conținut pentru adulți, de jocuri de noroc sau cele care oferă coduri de piratare a programelor înseamnă o virusare aproape sigură a calculatorului. Utilizatorul trebuie să aprecieze dacă serviciul sau programul gratuit oferite prin Internet pot fi cu adevărat gratuite sau nu. De exemplu vizionarea gratuită a programelor TV și a filmelor pe Internet poate duce la descărcarea unui program

virusat. Dacă utilizatorul are un abonament la televiziunea prin cablu și urmărește pe Internet HBO-GO sau DIGIPLAY atunci o poate face în siguranță pentru că plata abonamentului asigură cu adevărat gratuit aceste servicii. Calculatoarele care ajung în service-urile de calculatoare și au un program de torente instalat sunt de cele mai multe ori virusate, chiar dacă au antivirus.

Metoda 4 este instalarea completărilor (actualizările, în engleză update) oferite de sistemul de operare și de alte programe. Unul dintre scopurile acestor actualizări este să asigure corectarea unor vulnerabilități ale sistemului de operare. Din păcate însă, de multe ori anumite programe ale utilizatorilor intră în conflict cu actualizările și nu mai funcționează. Acest dezavantaj nu este doar la actualizarea sistemului de operare ci și la actualizarea virusului. Este posibil ca prin actualizare un antivirus să considere un program al utilizatorului ca virus și să îl șteargă. În cazul Avast s-a întâmplat acest lucru cu mai multe programe de contabilitate, dintre care cel mai cunoscut a fost Saga. Deci întrebarea dacă este bine sau nu ca utilizatorul să permită actualizări ale sistemului de operare și a altor programe nu are un răspuns simplu și clar.

Ca o sinteză la sfârșit de capitol, cele mai importante metode de protejare în opinia autorului sunt, în această ordine:

- o Salvarea periodică a datelor;
- o Grija și atenția utilizatorului privind paginile consultate, instalarea de programe și mail-urile primite;
- o Instalarea și folosirea periodică a unui program antivirus.

Mai multe detalii despre noțiunile parcuse în capitolul 14 pot fi găsite în [15.Bibliografie](#), [39-43]. Mai multe detalii despre lucrările publicate de autor în domeniul educației pot fi găsite în [15.Bibliografie](#), [44-48].

15.Bibliografie

- [1].J. Hennessy, D. Patterson, *Computer Architecture, A Quantitative Approach*, Elsevier, 2012, ISBN: 978-0-12-383872-8
- [2].L.E. Aciu, Gh. Pană, L. Barote, *Electrotehnica și Electronică Aplicată. Partea 2*, Editura Universității Transilvania Brașov, ISBN 978-606-19-0658-1, 2015
- [3].P. Borza, C. Gerigan, P. Ogruțan, G.Toacșe, *Microcontrollere. Aplicații*, Editura Tehnică, București 2000, <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/Microcontrollere/curs.pdf>
- [4].R. Budruk, D. Anderson, T. Shanley, *PCI Express System Architecture*, Addison-Wesley, 2003,
<http://www.mindshare.com/files/ebooks/pci%20express%20system%20architecture.pdf>
- [5].P. Coletti, *Basic Computer Course Book*, University of Bolzano, 2015,
<http://www.paoloocoletti.it/books/basiccomputer.pdf>
- [6].D. Evans, *Introduction to Computing- Explorations in Language, Logic, and Machines*, 2011, University of Virginia,
<http://wwwcomputingbook.org/FullText.pdf>
- [7].M. Franklin, *Computer Architecture and Organization: From Software to Hardware*, 2007, University of Maryland,
<http://www.ece.umd.edu/~manoj/350/notes/book.pdf>
- [8].C. Gerigan, P. Ogruțan, *Tehnici de interfațare*, Editura Universității Transilvania Brașov, 2000, 315p., ISBN 973-9474-94-2,
<http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/ti/cap1.pdf>
- [9].R. Gilster, *PC Hardware, a Beginner's Guide*, Osborne/McGraw-Hill, 2001,
<https://abiiid.files.wordpress.com/2010/12/pc-hardware-a-beginners-guide.pdf>
- [10]. M. Karbo, *PC Architecture*, ELI Aps., Denmark,
<http://cu.edu.ge/~merab/eBooks/Hardware/PC%20Architecture.pdf>
- [11]. D. Nicula, *Electronică Digitală - Carte de invatatura*, Editura Universității Transilvania Brașov, 2012, ISBN 978-606-19-0086-2,
http://www.dannicula.ro/ed_ci/
- [12]. P. Ogruțan, *Interfețe și echipamente periferice*, Editura Universității Transilvania Brașov, 1994

- [13]. P. Ogruțan, C. Gerigan, N. Banciu, *Memorii, interfețe și periferice. Interfețe specializate*, Editura Universității Transilvania Brașov, 2003, ISBN 973-635-118-1, <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/ii/chipset.pdf>
- [14]. P. Ogruțan, C. Gerigan, *Memorii, interfețe și periferice*, Îndrumar de laborator, Reprografia Universității, 1998, <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/lab/>
- [15]. M. Romanca, P. Ogruțan, *Sisteme cu calculator încorporat. Aplicații cu microcontrolere*, Editura Universității Transilvania Brașov, <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/Microcontrolere2011/1-introducere-interfete%20paralele%20si%20seriale.pdf>
- [16]. M. Romanca, G. Szekely, *Calculatoare. Arhitectură și organizare*. Editura Universității Transilvania, ISBN 973-635-309-5, 2004, http://432x.ncss.ro/Anul%20III/AC/Arhitectura%20calculatoarelor/0-AOC_Coperta_cuprins.pdf
- [17]. M. Romanca, *Microprocesoare și microcontrolere*, Editura Universității Transilvania din Brașov, 2015, ISBN 978-606-19-0683-3, <http://vega.unitbv.ro/~romanca/Carte-MpMc%202015/>
- [18]. R. Sedgewick, K. Wayne, *An Introduction to Computer Science*, Princeton University, 2003, <ftp://ftp.cs.princeton.edu/pub/people/rs/book0/pdf/IntroCS.book.pdf>
- [19]. W. Stallings, *Computer Organization and Architecture*, Universidade do Minho, 2000, <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/125912/03e2069ba199dcfd9990cb0d2c1e23ba.pdf>
- [20]. P. Ogruțan, *Interfațare și protocoale la nivelul fizic și nivelul legăturii de date*, Editura Universității Transilvania Brașov, ISBN 978-606-19-0515-7, 2015, http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/interfatare_si_protocoale.htm
- [21]. A. Al Mamun, G. Guo, C. Bi, *Hard Disk Drive: Mechatronics and Control*, CRC Press, ISBN 9780849372537, 2007, <https://www.crcpress.com/Hard-Disk-Drive-Mechatronics-and-Control/Al-Mamun-Guo-Bi/9780849372537>
- [22]. H. Cho, Optomechatronics: Fusion of Optical and Mechatronic Engineering, Taylor and Francis, ISBN-13: 978-0849319693, CRC Press, 2006
- [23]. R.L. Lupsa, *Introducere în rețele de calculatoare*, Casa Cărții de Știință, ISBN 978-973-133-377-9, Cluj Napoca, 2008, <http://www.cs.ubbcluj.ro/~rlupsa/works/retele.pdf>
- [24]. Tanenbaum, D. Wetherall, *Computer Networks*, Ed. Pearson, ISBN-13: 978-0-13-212695-3, 2011, <http://cse.hcmut.edu.vn/~minhnguyen/.NET/Computer%20Networks%20-%20A%20Tanenbaum%20-%205th%20edition.pdf>

- [25]. O. Bonaventure, *Computer Networking: Principles, Protocols and Practice*, Saylor Foundation, 2011, <http://www.saylor.org/site/wp-content/uploads/2012/02/Computer-Networking-Principles-Bonaventure-1-30-31-OTC1.pdf>
- [26]. K. Holger, W. Andreas, *Protocolle și arhitecturi pentru rețele de senzori wireless*, Editura Matrix Rom București, ISBN 978-973-755-802-2 2012
- [27]. P.Ogruțan, *Microcontrolere și controlere grafice Fujitsu*, Editura Universității Transilvania Brașov, 2006, ISBN 973-635-621-3, <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/Microcontrolere%20Fujitsu/>
- [28]. P. Ogruțan, A. Ciocea, L. Suciu, C. Ogruțan, *The computer printers manufacturers between economical interests and the environmental friendliness*, Ecoterra, Journal of Environmental Research and Protection, Year VII, no. 25, 2010, ISSN 1584-7071
http://jml2012.indexcopernicus.com/issue.php?id=4107&id_issue=848110
- [29]. P. Ogruțan, *Are there any environmentally friendly printing principles? Environmental issues linked to document printing*, Ecoterra Journal of Environmental Research and Protection, 12(1), p. 100-107, ISSN 1584-7071, 2015, <http://www.ecoterra-online.ro/ro/numarul12%281%29-2015/>
- [30]. R. Hughes, *Augmented Reality Developments*, Technologies & Applications, ISBN 978-1634829021, 2015
- [31]. R. Yerraballi, *Multimedia Systems -Concepts Standards and Practice*, <http://users.ece.utexas.edu/~ryerraballi/MSB/Contents.html>, 2015
- [32]. P. Ogruțan, F. Sandu, *Compatibilitate electromagnetică*, Editura Universității Transilvania Brașov, 1999, ISBN 973-98796-9-1, <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/cem/index.html>
- [33]. P.Ogruțan, *Aspecte privind efectul telefoniei mobile asupra sănătății*, revista Ecoterra nr. 10/2006, ISSN 1584-7071, http://jml2012.indexcopernicus.com/issue.php?id=4107&id_issue=845080
- [34]. P. Ogruțan, L. Aciu, L. Suciu, B. Ferenc, *Electric Fields Produced by Power Lines*, revista Ecoterra nr. 20, martie 2009, ISSN 1584-7071, http://jml2012.indexcopernicus.com/issue.php?id=4107&id_issue=845070
- [35]. P. Ogruțan, G. Pană, *Electric fields and environmental health education*, Ecoterra Journal of Environmental Research and Protection 2014, Volume 11, Issue 1, p. 51-60 <http://www.ecoterra-online.ro/files/1402005338.pdf>
- [36]. P. Ogruțan, L. Aciu, *Simulation of the influence of GSM signal on the neuron*, Environment- Essential Problems 8/2006, Edited by Babes Bolyai University of Cluj Napoca and ICPE Bistrita,, ISSN 158-6733, pag.277-283

- [37]. G. Morariu, M. Machedon-Pisu, P. Ogruțan, O. Croitoru, M. Dutca, R. Pascu, A. Bilici, *Influence of Non-Ionizing Electromagnetic Fields on Redox Systems in Solutions*, Environmental Engineering and Management Journal, Volume: 13, Issue: 10, Pages: 2633-2641, 2014
- [38]. R.L. Park, *Știința Voodoo, drumul de la prostie la fraudă*, Editura Humanitas, 2006, ISBN 973-50-1271-5
- [39]. *E-ghid pentru securitatea cibernetică*, Asociația producătorilor de echipamente de tehnologia informației și comunicațiilor (APDETIC), <http://asociatiait.ro/wp-content/uploads/2015/09/brosura-apdetic-2015.pdf>
- [40]. P. Szor, *The art of computer virus research and defense*, Addison-Wesley, ISBN-13: 978-0321304544, 2005, http://www.amazon.com/The-Computer-Virus-Research-Defense/dp/0321304543#reader_B003DQ4WLQ
- [41]. S. Fagerland, S. Moon, K. Walls, C. Bretteville, Norman Book on Computer Viruses, 2003, <http://download.norman.no/manuals/eng/BOOKON.PDF>
- [42]. J. Newsom, B. Karp, D. Song, Polygraph: Automatically Generating Signatures for Polymorphic Worms, <http://intelli-sec.cs.berkeley.edu/papers/polygraph.pdf>
- [43]. Yongge Wang , *Using Mobile Agent Results to Create Hard-to-Detect Computer Viruses*", Information Security for Global Information Infrastructures IFIP — The International Federation for Information Processing (Springer Verlag), <http://webpages.uncc.edu/yonwang/papers/virus.pdf>
- [44]. P. Ogruțan, *Contribuții la educația studenților la inginerie prin implicare*, Editura Mediamira Cluj-Napoca, 2014, ISBN 978-973-713-311-3, <http://vega.unitbv.ro/~ogrutan/books.htm>
- [45]. P. Ogruțan, L. E. Aciu, C. Gerigan, M. Romanca, *Environmental Education in Electrical Engineering*, Environmental Engineering and Management Journal, September 2010, Vol.9, No. 9, pag. 1187-1194, ISSN 1582-9596
- [46]. A.C. Stanca, P. Ogrutan, C.Z. Kertesz, *Elective Courses with Support from Automotive Electronics Industry*, Bulletin of the Transilvania University of Brașov, Vol. 8 (57) No. 1, 2015, Series I: Engineering Sciences, pag. 91-98, ISSN 2065-2119, http://webbut.unitbv.ro/BU_2015/Series%20I/BULETIN%20I%20PDF/Stanca_A_C.pdf
- [47]. L. Aciu, A. M. Cazan, P. Ogrutan, *A comparison between two didactical approaches on shielding problems in an electromagnetic compatibility course – Analytical method versus simulation method*, International Journal of Electrical Engineering Education , 2015, DOI: 10.1177/0020720915596753, SAGE, p 1-11,

Print ISSN: 0020-7209, Online ISSN: 2050-4578,
<http://ije.sagepub.com/content/early/2015/08/06/0020720915596753.abstract>

- [48]. Ogrutan, P.L. ; Stanca, A.C. ; Aciu, L.E., *EMC education with environmental and electronics technology orientation*, Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), 2015 IEEE 21st International Symposium for, 2015, Page(s):387 – 392, DOI: 10.1109/SIITME.2015.7342359,
http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=7342359&punumber%3D7331793%26filter%3DAND%28p_IS_Number%3A7342282%29%26pageNumber%3D4
- [49]. Nicolae G., *Radiocomunicații. Televiziunea digitală și televiziunea de înaltă definire*, Editura Universității Transilvania”, Brașov, 2004, ISBN 973-635-379-6