

## S1, pondere 15% :

1. S1. Etapele principale ale evolutiei sistemelor de comunicatie
2. S1. Evaluarea capacitatii de transport a unui canal de comunicatii
3. S1. Transmisiuni de date in banda de baza si transmisiuni multinivel
4. S1. Comunicatii ghidate pe cabluri coaxiale
5. S1. Comunicatii ghidate pe cabluri torsadate
6. S1. Comunicatii ghidate pe fibra optica
7. S1. Comunicatii neghidate pe unde radio

### 1. Etapele principale ale evolutiei sistemelor de comunicatie

1. (1790) Solutii optice/vizuale : *telegraful optic*, cu brate mobile
2. (1837) - apare codul Morse (prima codificare binara, cu puncta si linii a literelor); aceasta a permis transformarea simpla si directa a caracterelor in semnale electrice  
- sistemul bazat pe acest principiu s-a numit *telegraful electric*
3. (1876) Telefonul lui Graham Bell
4. (1877) Microfonul cu carbune (by Edison): a permis transformarea directa a presiunii unei sonore in current electric variabil
5. (1906) Inventarea triode => introducerea pe scara larga a electronicii in telecomunicatii
6. anii '20 : apar primele statii de radiodifuziune comerciale
7. anii '50 , incepand: - apar tranzistorul, circuitele integrate  
- lansarea primului satelit de catre Uniunea Sovietica (1957)
8. (1958): crearea in Statele Unite a Agentiei de Cercetare pentru Ptoiecte Avansate, in cadrul Pentagonului
9. (1969): prima interconectare a unor calculatoare aflate la distanta
10. (1971): mesageria electronica, e-mail si introducerea simbolului @
11. (1974): - prima versiune comerciala a unei retele de date, numita Telnet  
- protocolul TCP/IP (Transport Control Protocol / Internet Protocol)

12. (1984): existau 1000 de calculatoare interconectate
13. (1986): primele servicii de date: email, news, ftp, telnet
14. (1989): conceptul de World Wide Web
15. (1990): primul site web
16. (1996) – apar browsere comerciale performante
- internetul depaseste 12 milioane de gaze si 500.000 de locatii web
17. (2009): peste 1.5 miliarde de utilizatori, peste 570 de milioane de gaze

## 2. Evaluarea capacitatii de transport a unui canal de comunicatii

DEF: *Un canal de comunicatie* = o cale de vehiculare a informatiei in interiorul unei linii (=infrastructura fizica de transport asociata si echipamentele si configuratiile aferente utilizate)

Canalul de comunicatie= *infrastructura de comunicatie* (echipamente) + *mediul aferent* de transmitere a informatiei (semnale electrice pe perechi de conductoare , radiatii luminoase prin fibra optica, unde radio

-> Performantele unui canal de comunicatie sunt evaluate prin cantitatea de informatie care poate fi vehiculata printr-o sectiune a canalului, in unitate de timp, parametru numit *latime de banda*

Evaluarea capacitatii de transport:

-> in cazul transmiterii unui semnal pe un canal de banda limitata (W), in absenta zgomotelor, este posibila reconstituirea complete a acestuia prin extragerea unui nr de esantioane pe secunda NS, egal numeric cu dublul benzii de trecere a canalului, W

$$NS=2*W \text{ [esantioane / secunda]}$$

->pt un semnal cu N nivele discrete, viteza maxima de transfer a datelor (debit, D) printr-un mediu de banda limitata e:

$$D=2*W*\log_2 N \text{ [bps]}$$

->pt un canal ideal, capacitatea maxima de transport a canalului e:

$$C= W * \log_2 \left(1 + \frac{P_S}{P_N}\right) \text{ [bps]}$$

$$S/ N= 10 * \log_{10} \left(\frac{P_S}{P_N}\right) \text{ [dB]}$$

### 3. Transmisiuni de date in banda de baza si transmisiuni multinivel

-> consta in alocarea a doua nivele de semnal distincte bitilor "0" si "1": celor 2 biti li se aloca 2 simboluri de transmisie numite si simboluri de semnalizare

-> viteza de succedare a simbolurilor asociate bitilor este aceeaasi cu cea de succedare a bitilor => frecventa modificarilor in unitate de timp ale formei de unda folosita pt semnalizare este aceeaasi ca in secventa de succedare a bitilor ( $D=1/T_b$  [b/s] )

-> In cazul in care sistemul functioneaza cu mai multe nivele de semnal N, se opereaza cu notiunea de *rata de semnalizare/rata simbolurilor*  $R = \text{nr de schimbari de nivel sau de alta natura a semnalului l unitate de timp (semnificatia fizica);}$  numarul simbolurilor transmise in unitate de timp

$$R = 1/T \text{ [Bd] Bauds}$$

-> Daca un simbol transmis e codificat binary si exista N nivele, cate unul pt fiecare simbol, atunci nr n de biti echivalenti transmisi pe durata unui symbol va fi:

$$n = T/T_b = \log_2 N$$

-> Debitul binar (nr de biti echivalenti transmisi in unitate de timp) :

$$D = R \cdot n = R \cdot T/T_b = R \cdot \log_2 N$$

### 4. Comunicatii ghidate pe cabluri coaxiale

DEF: *Mediile ghidate* sunt cele care ofera o cale de propagare in afara careia semnalul nu poate sa existe intr-o forma utilizabila, ramanand dependent de mediu

Printre principalele medii ghidate de transmise se numara si *cablurile coaxiale* , ce au urmatoarele caracteristici:

-> Sunt realizate dintr-un conductor central imbracat intr-o manta conductoare

-> Diofania (influenta reciproca a doua canale adiacente) este extrem de redusa chiar si la frecvente mari ale semnalului

-> Circuitele in cablu coaxial permit o viteza de propagare ridicata, care variaza foarte putin cu frecventa

-> Lungimea maxima de propagare este limitata de timpul de propagare acceptat

-> Sunt clasificate printr-o scala de grade radio, numite RG

## 5. Comunicatii ghidate pe cabluri torsadate

DEF: *Mediile ghidate* sunt cele care ofera o cale de propagare in afara careia semnalul nu poate sa existe intr-o forma utilizabila, ramanand dependent de mediu.

Printre principalele medii ghidate de transmisie se numara si cablurile torsadate.

**! Torsadare:** -8 conductoare izolate si rasucite cate 2

- reduce efectul de degradare a semnalului cauzat de interferenta cu radiatiile electromagnetice
- o pereche de conductoare ofera suport pt transmisii intr-un sens (transmission data TD+, TD-), iar cealalta pentru transmisii in sens invers (received data, RD+, RD-)

Cabluri torsadate:

- Cablul UTP (Unshielded Twisted Pairs = cablu torsadat neecranat): impedanta de 100ohmi, pe o distanta de pana la 100 metri
- Cablu STP (Shielded Twisted Pairs = cablu torsadat ecranat): impedanta de 150ohmi; prezinta un strat conductor suplimentar , de tip ecran
- Cablurile ScUTP/FTP: impedanta de 100 sau 120 ohmi; sunt modele hibride de cabluri UTP si STP, fiind acoperite cu ecran metallic (Screened Twisted Pairs) sau cu o folie de metal (Foiled Twisted Pairs)
- Cablul corss-over(inversor): cele 2 perechi pt transmisie, respective receptive, sunt inversate (transmisia unuia sa ajunga la receptia celuiilalt)
- Cablul straight through (cablu direct)
- In afara cablurilor mentionate, exista si variant roll-over (inversare in oglinda)

## 6. Comunicatii ghidate pe fibra optica

DEF: *Mediile ghidate* sunt cele care ofera o cale de propagare in afara careia semnalul nu poate sa existe intr-o forma utilizabila, ramanand dependent de mediu.

Printre principalele medii ghidate de transmisie se numara si fibra optica.

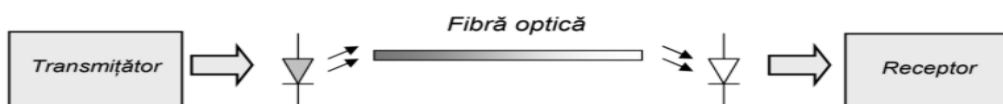


Figura 1.10 Principiul comunicațiilor pe fibră optică

- > Se folosesc ca purtator de informativă radiația electromagnetică din spectrul  $10^{14} - 10^{15}$
- > Permite o lățime de bandă mult mai mare și o capacitate de transport de date net superioară altor medii de transmisie
- > Distanța maximă de transmitere a informației optice depinde de atenuarea fasciculului luminos, care la rândul ei depinde de calitatea radiației luminoase & calitatea fibrei optice și a îmbinărilor acestora
- > Fibrele pot fi : *multimod* (transporta mai multe moduri) sau *monomod* (transporta un singur mod)

## 7. Comunicatii neghidate pe unde radio

DEF: Transmisiunile neghidate sunt cele la care propagarea nu e restricționată la un spațiu fizic, înțelegându-se, de obicei, prin aceasta, propagarea în aer liber, după ce semnalul a fost inițial direcționat corespunzător de către sursă.

Printre principalele semnale purtătoare utilizate pt transmisiunile neghidate se numără și *undele radio*, având următoarele caracteristici:

- > Sunt utilizate atât pt transmisii terestre cât și pt transmisii prin satelit: se pot propaga prin aer sau vid și pot traversa obstacole, transportând date
- > Viteza de propagare a undelor electromagnetice în vid este viteza luminii:  $c = \lambda \cdot f = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

## S2, pondere 40%

1. S2. Topologii de retea
2. S2. Clasificarea retelelor dupa marime; LAN, MAN, WAN
3. S2. Modelul ISO/OSI
4. S2. Arhitectura TCP/IP
5. S2. Adresarea MAC
6. S2. Adresarea IP (IPv4)
7. S2. Sistemul de adresare IPv6
8. S2. Tehnica NAT; Sistemul de acces proxy
9. S2. Subretele
10. S2. Adresarea prin nume de domenii
11. S2. Asignarea adreselor IP (statica, dinamica)
12. S2. Interconectarea LAN la nivel fizic (medii de transmisie; repetor, hub)
13. S2. Interconectarea LAN la nivelul legaturii de date – MAC (bridge, switch)
14. S2. Interconectarea LAN la nivel retea (router)
15. S2. Rețele virtuale private, VPN

### 1. Topologii de retea

**DEF:** *Topologie* = dispunerea fizica a sistemelor interconectate, a conexiunilor si a celorlalte componente care deservesc retea

-*Topologie fizica*: configuratia spatiala a retelei, modul de interconectare si ordinea de conectare existenta intre componentele retelei

-*Topologie logica*: schema si modul de comunicare logica intre elementele retelei

-*Topologie pasiva*: o arhitectura in care sistemele nu retransmit datele preluate

-*Topologie activa*: sistemele regenereaza semnalul de date prin citire si retransmitere, fiecare gazda functionand ca un repertor de date

In functie de structura(arhitectura) unei retele, deosebim urmatoarele topologii:

### 1. Topologia *magistrala* (*bus*):

- cea mai simpla
- sistemele sunt conectate la un canal de comunicatie comun, numit magistrala sau trunchi
- topologie pasiva, nu retransmite informatia
- pt extindere se pot utiliza solutii pasive
- reprezinta o conexiune multipunct
- principalul avanta: costul redus de implementare in conditiile in care nivelul coliziunilor este acceptabil pt un nr nu foarte mare de gazde

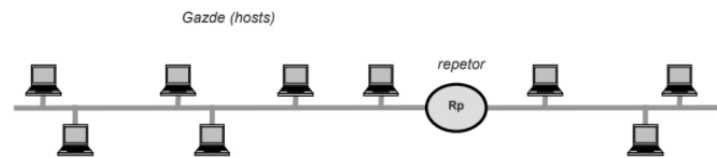


Figura 2.5 Topologie de tip magistrală

### 2. Topologia *stea* (*star*):

- toate gazdele sunt conectate la un nod central, care are un rol particular in functionarea rețelei si este transparent pt gazde, nu e vizibil ca si echipament de dirijare a traficului
- echipamentul de interconectare e prevazut cu mai multe conectoare, cate unul pt fiecare gazda, numite porturi
- topologie active, retransmite informatia
- daca informatia circula de la o statie la alta intr-o anumita ordine=>posibilitatea existentei unei topologii logice diferite de cea fizica (top. logica de tip inel peste top. Fizica de tip stea)

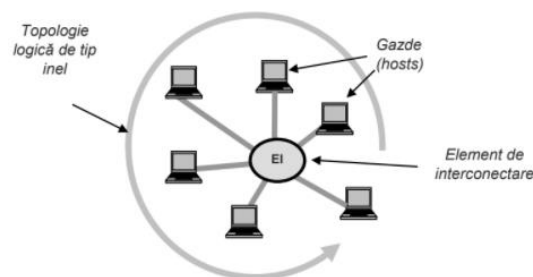


Figura 2.6 Topologie fizică de tip stea

### 3. Topologia *inel*(*ring*):

- toate sistemele sunt conectate succesiv intre ele, doua cate doua, ultimul calculator fiind conectat cu primul, constituind o structura circulara
- siguranta superioara in exploatare, prin faptul ca fiecare nod are la dispozitie 2 cai de comunicatie (daca un segment devine nefunctional, comunicatia se poate relua pe partea de inel ramasa)

-topologie eterogena: inglobeaza, de obicei, mai multe tehnologii de comunicatie

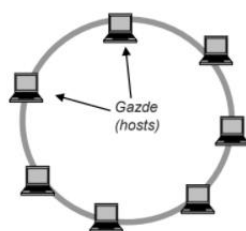


Figura 2.7 Topologie de tip inel

#### 4. Topologie *arborescenta*(tree):

-constituata din mai multe niveluri ierarhice de nod-uri, la care sunt conectate gazdele, rezultand o structura de tip arbore

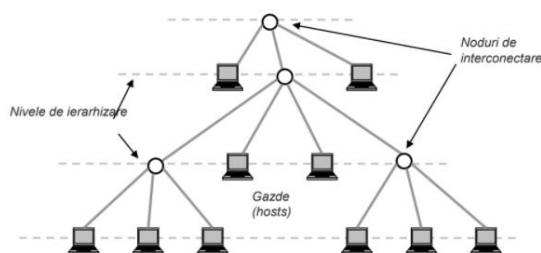


Figura 2.8 Topologie de tip arborescent

#### 5. Topologie *completa* (Mesh):

-Gazdele sunt conectate dupa regula "fiecare cu toate celelalte" => daca o parte a infrastructurii devine nefunctionala, se gaseste oricand o noua cale de comunicare

-Topologie exploatata in cazul aplicatiilor spatiale, militare sau medicale, unde nu e acceptabila intreruperea comunicatiei

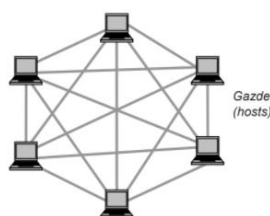


Figura 2.9 Topologie completă

#### 6. Topologie *compusa* (neregulata):

- obtinuta prin combinatii ale unor topologii fundamentale

-se intalneste des in practica

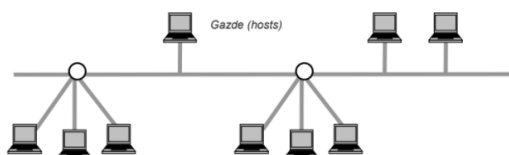


Figura 2.10 Topologie combinată magistrală-stea



## 2. Clasificarea retelelor dupa marime: LAN, MAN, WAN

**DEF:** *Retea de calculatoare* = un nr de echipamente de procesare a informatiei conectate intre ele si capabile sa schimbe mesaje / un ansamblu de sisteme interconectate prin intermediul unor medii de comunicatie

Clasificarea retelelor dupa marime:

1. LAN (Local Area Network):
  - intranet
  - Retele locale: retea de incapere(10m), in cladire(100m), in campus(1km)
  - In general, sunt retele private, localizate intr-un anumit areal (intr-o zona specifica)
  - Timpul de transmisie e limitat si predictibil
  - Utilizeaza o singura cale de comunicatie, semi-duplex sau duplex, functionand la viteze intre 10 si 100 Mbps, dar si mai mari
  - In general, topologia logica utilizeaza tehnica difuzarii(broadcast): datele transmise de o gazda sunt receptionate de toate celelalte statii conectate la mediul de transmisie
  - In momentul in care apar coliziuni (2 statii din retea incearca sa transmita in acelasi timp), sunt necesare retransmisii
  - *Particularitate* in modul de arbitrare a traficului de date: statiile asteapta un interval de timp aleator inainte de a initia o transmisie din momentul in care sesizeaza ca mediul de comunicatie e liber
2. MAN (Metropolitan Area Network):
  - Intranet
  - Retele metropolitane: retea in localitate (10km);
  - O extensie a retelelor LAN; utilizeaza tehnologii de comunicatie similare
  - Private si publice
  - Contine un mediu de difuzare prin intermediul caruia comunica toate sistemele din retelele LAN interconectate
  - *Particularitate*: utilizeaza standard de comunicatie specifice: DQDB, ATM, FDDI
3. WAN (Wide Area Network) :
  - Retea nationala (100km), retea continental (1000km)-intranet & retea mondiala (10.000km) (internet)
  - Acopera arii geografice intinse, o tara, sau un continent
  - Gazdele sunt conectate intre ele printr-o subretea de comunicatie
  - Fiecare gazda face parte dintr-un LAN in care exista un router, prin intermediul caruia se face legatura cu alte retele
  - Subretea fizica = infrastructura de comunicatie(liniile) + routere

### 3. Modelul ISO/OSI

Modelul OSI (Open Systems Interconnection) elaborat de către ISO (International Standards Organization) propune o soluție de conectare a sistemelor deschise.

-> proprietatea de open “deschis” a unui sistem se referă la faptul că sistemul este pregătit pentru comunicatii cu orice alt sistem din rețea, fiind “deschis”; pentru schimburi informaționale cu alte rețele, pe baza unor reguli numite protocoale de comunicație

-> Modelul ISO/OSI este structurat pe 7 niveluri ierarhice, formând o stivă de protocoale. Fiecare nivel are un grad de abstractizare și funcții bine definite reflectate în standard de comunicație specific.

-> Transferul informațional între 2 aplicații presupune parcurgerea întregii stive de protocoale, într-un sens la sursă și în sens invers la destinație

#### **7. Nivelul aplicație (Application Layer):**

-se ocupă de interfata cu aplicațiile utilizatorilor și transferul informațional între programe

-la acest nivel se definește accesul aplicațiilor la serviciile de rețea și implicit comunicația între 2 sau mai multe aplicații

-gestionează fluxul informațional, tratarea erorilor de comunicație și accesul la nivelele inferioare

-ex de protocol la acest nivel: HTTP

#### **6. Nivelul prezentare (Presentation Layer):**

-se ocupă de sintaxa și semantica informațiilor transmise între aplicații sau utilizatori

-la acest nivel se realizează conversia datelor din formatul abstract al aplicațiilor în format acceptat de rețea

-numit și translator de rețea

#### **5. Nivelul sesiune (Session Layer):**

- permite utilizatorilor de pe mașini diferite să stabilească între ei sesiuni de comunicație

-funcții principale la acest nivel: inițierea, exploatarea și închiderea unei sesiuni de comunicație

#### **4. Nivelul Transport (Transport Layer):**

- se ocupă de împachetarea mesajelor, prin fragmentarea celor mari și gruparea celor mici în scopul unei transmisii cât mai eficiente, despachetarea datelor la receptivă, re-asamblarea mesajelor originale și trimiterea mesajelor de confirmare a recepției

-oferă suport nivelului sesiune

### 3. Nivelul rețea (Network Layer):

- se ocupa de controlul functionarii subrețelei , rezolva probleme legate de traffic
- la acest nivel se evalueaza adresele sursa si destinatie si de fac translariile necesare intre adrese logice (IP) si fizice (MAC)

### 2. Nivelul Legatura de Date (Data-Link Layer):

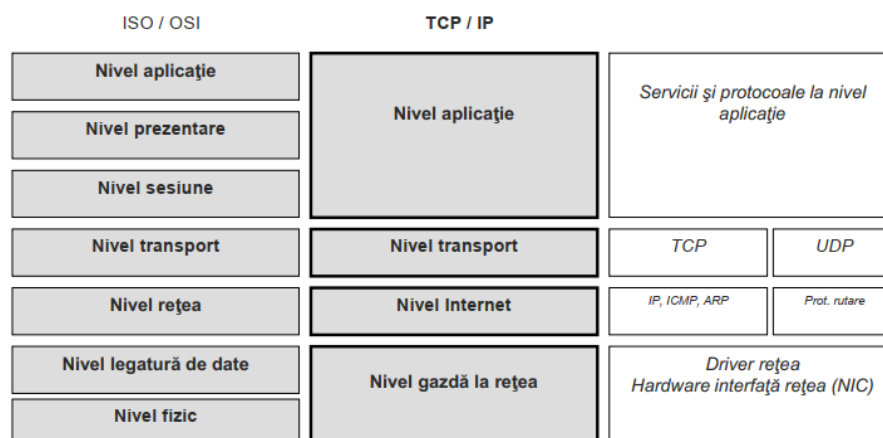
- gestioneaza transmisia bitilor de date, organizati in cadre de date marcat de delimitatori de inceput si sfarsit
- principale atributii: controlul erorilor, controlul fluxului informational, gestiunea legaturii
- 2 subniveluri: MAC (Media ACCess Control)-control al accesului la mediu & LLC (Logical Link Control)-legatura logica de date

### 1. Nivelul Fizic (Physical Layer):

- nivelul la care bitii sunt transformati in semnale (electrice/optice)
- standardele asociate nivelului fizic contin specificatii *electrice* (parametrii de semnal, proprietati ale mediului de comunicatie) si *mecanice* (conectica, cabluri)
- se ocupa de codarea si sincronizarea la nivel de bit; delimiteaza lungimea unui bit si asociaza acestuia impulsul electric sau optic corespunzator canalului de comunicatie utilizat

## 4. Arhitectura TCP/IP

- > Preia partial ierarhia ISO/OSI, orientandu-se pe simplificare, rutare flexibila
- > Intreaga structura e organizata in jurul unui nivel intermediar, numit nivel Internet
- > Denumirea TCP/IP provine de la principalele protocoale utilizate: TCP (Transmission Control Protocol) si IP (Internet Protocol)



Modelul de referinta TCP/IP contine 4 niveluri:

#### 4. **Nivelul Aplicatie:**

- asigura utilizatorilor retelei, prin intermediul programelor aplicatie, accesul la servicii de retea

- protocoalele de la acest nivel se adreseaza conexiunilor de transport, cele mai intalnite fiind:

- HTTP (HyperText Transfer Protocol)
- HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure)
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
- FTP (File Transfer Protocol)
- Protocolul Telnet
- UUCP (Unix to Unix Copy Protocol)
- NNPT (Network News Transfer Protocol)
- RTP (Real-time Transport Protocol)
- RTCP( Real Time Control Protocol)

#### 3. **Nivelul transport:**

-asigura comunicatia intre programele aplicatiei: transporta mesajele vehiculate intre aplicatii prin organizarea lor in pachete de date sau datagrame

- Principalele protocoale de nivel sunt:

- Protocolul UDP (User Datagram Protocol) : asigura un serviciu fara conexiune
- Protocolul TCP (Transmisiion Control Protocol): ofera o alternative de transfer sigur, orientat pe conexiune
- Protocolul SCTP(Stream Control Transmission Protocol)
- Protocolul DCCP(Datagram Congestion Protocol)

#### 2. **Nivelul Internet:**

- gestioneaza transmiterea pachetelor de la sistemul sursa la sistemul destinatie, independent de conexiune

- defineste un format de pachet si un protocol numit IP

- Principalele protocoale de nivel sunt:

- Protocolul IP (Internet Protocol)
- Protocolul ICMP (Internet Control Message Protocol)
- Protocolul ARP (Address Resolution Protocol)
- Protocolul IGMP (Internet Group Message Protocol)

### 1. **Nivelul Gazda la Retea (sau interfata retea):**

- se identifica 2 subniveluri

\* *Subnivelul hardware*: include elementele de conectare fizica care corespund nivelului fizic din modelul ISO/OSI

\* *Subnivelul interfetei de retea*: se refera la elementele software

- Metode si tehnologii de gestiune a accesului la mediul de comunicatie:

- Retele LAN cu acces multiplu cu detectarea purtatoarei si a coliziunilor CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
- Retelele LAN cu acces multiplu cu detectarea purtatoarei si evitarea coliziunilor CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)
- Retele LAN cu transfer de jeton pe magistrala
- Retele LAN bazate pe cerere de prioritate

## 5. Adresarea MAC

**DEF:** Adresarea MAC = adresare la nivel fizic, bazata pe adresa fizica a interfetei de retea

-> La nivelul inferior al stivei de protocoale, adresarea interfetelor de retea se face prin adrese MAC (Media Access Control)

-> Mecanismul de adresare MAC foloseste o structura bazata pe 2 sub-campuri de adresa

-> Cadrul MAC incepe cu un ***camp de control*** care contine informatii necesare pt controlul fluxului de date, stabilirea/inchiderea conexiunii sau controlul erorilor

-> **Campul de date** contine informatia ce trebuie transportata, respective pachetele de date

-> **Ultimul camp, CRC** (Cyclic Redundancy Check) contine informatii numerice asociate campului de date, informatii care permit identificarea secventelor de date eronate si corectia partiala a erorilor

Adresele MAC pot fi definite local sau global:

- Adresele Mac *locale* au lungimea de 16 biti : primul bit indica daca adresa e individuala (0) sau de grup (1) ; sunt administrate local

-Adresele MAC *globale* contin 48 de biti; primul bit indica daca adresa e individuala (0) sau de grup (1), iar al2lea bit defineste administrarea globala (0) sau locala (1)

Campurile Mac destinatie si Mac sursa identifica dispozitivele corespunzatoare transmitatorului, respective receptorului. (Cand dispozitivul raspunde la o cerere cmp. destinatie si sursa sunt inversate)

- *Adresa destinatie* poate fi un sistem sau un grup de sisteme; daca toti bitii adresei destinatie sunt "1", atunci cadrul respective va fi copiat de catre toate sistemele din retea, adresa numindu-se adresa de difuzare, "broadcast"

- *Adresa sursei* corespunde sistemului care lanseaza cadrul de date

## 6. Adresarea IP (IPv4)

-> Adresare la nivel Internet

-> Adresarea IP este independenta de dispozitiv , dar dependemta de retea

-> permite localizarea unei adrese in mod unic, din aproape in aproape, asemanator cu localizarea adreselor postale

-> Aceste tipuri de adrse se numesc adrese Internet numerice, adrese de retea sau adrese IP

-> Gestiunea adreselor IP se face pe criterii de localizare fizica, criterii geografice

-> Fiecare dispozitiv gazda dintr-o retea are alocata o adresa numerica unica din spatial de adresare gestionat de router

-> Prima adresa a segmentului de adrese utilizat identifica reteaua si se numeste *adresa de retea*

-> Marimea spatiului de adresare "vizibil" pt un ruter se defineste prin intermediul unei *masti de retea*

->Sistemul IPv4 se bazeaza pe adrese cu lungimea de 32 de biti grupate in 4 campuri de cate 8 biti; contine 4 octeti, fiind posibile 4.294.967.296 adrese

-> Adresa IPv4 are 2 reprezentari:

- Reprezentare interna: un sir de 32 de biti plasati in 4 octeti consecutivi
- Reprezentare externa: 4 numere intregi, separate prin puncta; cele 4 nr indica, in ordine, valorile echivalente in zecimal pt cei 4 octeti

-> Pt a gestiona efficient adresele IP, acestea au fost impartite in clase, care difera prin nr de biti alocati pt identificarea retelei; exista 5 clase de adrese IP: A, B, C, D, si E

-> Adresarea IPv4 acopera adrese intre 0.0.0.0 si 255.255.255.255, unele vaori insa sunt rezervate si nu pot fi alocate unor sisteme individuale, deci nu e accesibil intreg spatial de adresare

-> intr-un spatiu de adresare pt o subretea, adresele rezervate sunt prima (care identifica subreteaua) si ultima (adresa de broadcast)

## 7. Sistemul de adresare IPv6

-> Adresare la nivel Internet

-> Adresarea IP este independenta de dispozitiv , dar dependemta de retea

-> permite localizarea unei adrese in mod unic, din aproape in aproape, asemanator cu localizarea adreselor postale

-> Aceste tipuri de adrse se numesc adrese Internet numerice, adrese de retea sau adrese IP

-> Gestiunea adreselor IP se face pe criterii de localizare fizica, criterii geografice

-> Fiecare dispozitiv gazda dintr-o retea are alocata o adresa numerica unica din spatial de adresare gestionat de router

-> Prima adresa a segmentului de adrese utilizat identifica reteaua si se numeste *adresa de retea*

-> Marimea spatiului de adresare “vizibil” pt un ruter se defineste prin intermediul unei *masti de retea*

Avantaje si noutati introduse de sistemul IPv6:

-> permite un spatiu de adresare mult mai mare

-> introduce un mecanism obligatori de alocare a adreselor IP, oferind o solutie mult mai flexibila si mai usor de gestionat

-> popune o solutie de Securitate obligatory

->ofera disponibilitate pentru noi tehnologii de comunicatie

->ofera solutii la cresterea continua a tabelelor de rutare care are loc in prezent

->structura simplificata a header-ului permite aplicarea de noi tehnici de accelerare

->permite extensii la nivelul protocoalelor utilizate prin introducerea conceptului “protocol header chain”

->faciliteaza transferal relative simplu de la sistemul IPv4 preluand si o parte importanta din regulile care au stat la baza proiectarii acestuia

## 8. Tehnica NAT; Sistemul de acces proxy

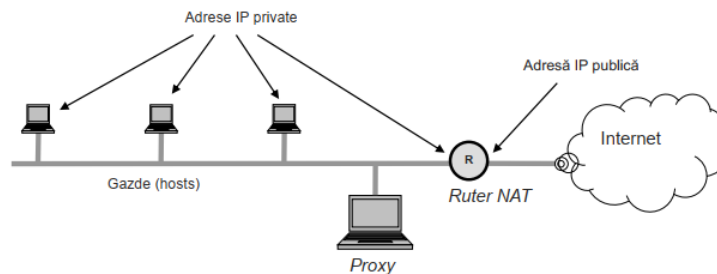


Figura 2.19 Model de acces Internet cu adresă IP privată

### Accesul via NAT:

-> Soluția NAT se bazează pe posibilitatea ca router-ul să primească pachetele de date din rețeaua locală privată, inițiate de pe stații cu adresa IP privată și să modifice câmpul sursă înlocuind adresa privată a sursei cu propria adresă IP publică în cazul pachetelor rutate în afara LAN.

-> Toate aceste substituiri de adresă sunt memorate într-o tabelă (Network Addressing Table) astfel încât la recepționarea răspunsului, routerul face substituirea de adresă în sens invers și lansează răspunsul în rețeaua privată.

-> *avantaj*: în spatele unui router care folosește o singură adresă IP publică pot fi utilizate numeroase gazde cu adrese IP private; gazdele nu sunt vizibile, ci doar routerul => sistem protejat la atacuri directe

-> *dezavantaj*: gazdele nu pot fi identificate direct => nu pot găzdui servicii (web, email, ftp) disponibile către Internet, decât limitat, prin redirectare și traducere de porturi

### Accesul via proxy:

-> permite accesul gazdelor care au adrese private la serviciile Internet

-> un server proxy intermediază cererile de la celelalte sisteme: primește cererile de la stațiile cu care se află în rețea și le re-lansează către Internet => trebuie să aibă acces către WAN prin IP public rutat sau printr-o soluție NAT

-> proxy memorează datele transferate într-o memorie cache, ceea ce face posibil ca el să le "servească" atunci când sunt solicitate din nou

-> Soluție eficientă ptc: permite accesul la servicii Internet utilizatorilor cu adrese IP private & degreuează (reduce) canalul de date către WAN de un trafic redundant



## 9. Subretele

-> Pt a putea utiliza eficient spatii de adresare mai mici decat cele oferite de o clasa intreaga s-a introdus conceptul de subretea (subnet) : permite divizarea unei clase in categorii numite subretele, operatiune numita *subnetare*

-> pt a asigura inter-vizibilitatea dispozitivelor dintr-o subretea s-a introdus notiunea de *masca de (sub)retea* (= un nr de 32 de biti, permite definirea bitilor care identifica gazdele, mai putini insa decat utilizeaza intreaga clasa)

-> Bitii de "1" din masca sunt asociati numelui (sub)retelei, iar cei de "0" sunt asociati gazdelor

-> In cazul subretelelor, prima adresa (numele subretelei, toti bitii mastii cu val "1") si ultima adresa (adresa de broadcast, toti bitii mastii pe "0") nu sunt utilizabile pt adresarea gazdelor => la fiecare subretea se pierde 2 adrese

-> gazdele dintr-o subretea "se vad" doar intre ele => trebuie sa se defineasca o adresa IP din interiorul subretelei respective asociata dispozitivului de rutare (interconectare cu alte retele); acest punct, identificat printr-o adresa IP din zona de vizibilitate, utilizat in comun de sistemele din subretea, se numeste *poarta de acces (gateway)*

In cazul cel mai general, o adresa IP folosita pt impartirea in subretele are 3 componente:

- adresa retelei

- adresa subretelei

- adresa gazda

-> In cazul acestui mod de adresare, se pastreaza adresa retelei si se sacrifica un nr de biti din cei care identificau gazdele pt a define subretele; restul bitilor ramasi identifica gazdele subretelei, in nr mai mic decat in retea initiala

-> prefixul extins de retea = bitii folositi pt a define retea si subretea

-> nr de subretele posibile matematic depinde de tipul clasei din care face parte adresa IP subnetata

## 10. Adresarea prin nume de domenii

-> adresare utilizata de nivelul aplicatie

-> Adresarea prin nume de domenii, numita si adresare literal se bazeaza pe utilizarea de caractere organizate in campuri text, separate prin caracterul "." (de ex: [www.yahoo.com](http://www.yahoo.com))

-> Adresa literal contine succesiuni de nume asociate cu domenii, subdomenii sau tipuri de servicii.

-> E util ptc permite operatorului uman sa utilizeze o maniera prietenoasa si comoda de localizare a informatiilor

-> Adresa literal se mai numeste si adresa URL (Uniform Resource Locator), sau in limbaj obisnuit, adresa Internet

-> adresa poate specifica si un utilizator/cont identificat printr-un nume de utilizator gazduit de un server identificat printr-un nume de (sub)domeniu; in aceste situatii se foloseste caracterul @, sub forma *nume@domeniu*

-> Domeniile sunt ierarhizate de la dreapta la stanga, astfel, nivelul superior fiind identificat in pozitia din dreapta a adresei

-> De multe ori e atasat si un prefix care precizeaza tipul serviciului, fara insa ca acesta sa aiba relevanta in localizarea serviciului; acesta este utilizat de aplicatii pt a asocia automat un anumit protocol de comunicatie

Forma generala a adresei Internet:

[tip\_serviciu].[nume\_gazda].[subdomeniu2].[subdomeniu1].[domeniu].[tip\_domeniu]

Domeniile superioare pot fi grupate in 2 mari categorii:

- domenii generice (domenii organizationale)
- domenii de tara (domenii geografice)

->Numele de domenii nu fac distinctive intre litere mari si mici; lungimea unui domeniu nu poate depasi 64 caractere, iar intreaga cale de nume nu trebuie sa depaseasca 255 de caractere

-> Adresele Internet sunt cele folosite de utilizator, dar echipamentele de dirijare a traficului interpreteaza numai adrese numerice (adrese IP); corespondenta dintre cele 2 o face serviciul DNS (Domain Name System)

-> Protocolul DNS asociat serviciului DNS convertește adresa Internet in adresa IP corespunzătoare calculatorului destinație pe baza interogării unui sistem de înregistrări

## 11. Asignarea adreselor IP

Exista 2 metode:

1. Asignarea static a adreselor IP: este o metoda de asignare directa a adreselor IP
  - Fiecare dispozitiv trebuie sa fie configurat individual, manual
  - Metoda implica un index foarte meticulous ptc pot aparea probleme de atribuire eronata (de ex: duplicare de adresa, suprapunere de subretele)
2. Asignarea dinamica a adreselor IP (DHCP): este o metoda de asignare automata a adreselor IP
  - RARP("Reverse Adress Resolution Protocol): translateaza adresa fizica in adresa IP
  - BOOTP(Bootstrap Protocol)
  - DHCP ("Dynamic Host Control Protocol): controlul dinamic al gazdeloc

-> cea mai uzuala metoda de asignare a adreselor IP ecea bazata pe DHCP

->serverul DHCP defineste un bloc de adrese ce vor fi oferite host-urilor pe o perioada determinate de timo numita timp de expirare

->toate detaliile de configurare a host-ului pot fi obtinute intr-un singur mesaj

-> Functionarea: intr-o retea locala, gazdele trimit cererea DHCP in etapa de lansare a SO si primesc adresa IP, masca, gateway si DNS pe baza adresei MAC a interfetei de retea

## 12. Interconectarea LAN la nivel fizic (medii de transmisie; repetor, hub)

Retelele locale pot fi interconectate din punct de vedere fizic in 3 moduri:

1. Direct: 2 sau mai multe retele locale plasate in apropiere una de alta pot fi conectate direct prin echipamente de interconectare, pt a forma o retea locala extinsa
2. Prin intermediul retelelor ierarhic superioare: permite ca 2 sau mai multe retele locale plasate la distana una de alta sa poata fi interconectate folosind suportul de transmisiune oferit de o retea de telecomunicatii existent care acopera aria geografica respective (WAN)
3. Prin conectarea la magistrale de viteza ridicate: este exemplificata de retelele de fibra optica, FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

## Repetorul:

- > permite extinderea unei arhitecturi de retea compensand degradarea semnalului electric
- > uneori se utilizeaza pt a face legatura intre medii de transmisiune diferite, cum ar fi: cablu coaxial-fibra optica, cablu coaxial-pereche rasucita => e un dispozitiv care realizeaza adaptarea la nivelul conectarii fizice si care se numeste *transceiver* (transmitter, receiver) ; nu afecteaza sirul de date logice care sunt vehiculate
- >nu analizeaza cadrele de date vehiculate, ci doar le repeat bit cu bit pe celelalte segmente ca si semnale electrice sau optice

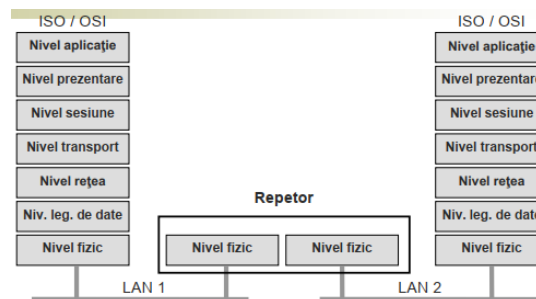


Figura 2.26 Definirea repetorului în raport cu modelul ISO / OSI

## HUB-ul (Host Unit Broadcast):

- >=repetor intr-o retea LAN; cunoscut si sub denumirea de repetor multiport: un cadru de date e trimis catre toate statiile, pe toate porturile, dar acesta e acceptat numai de statia destinatie
- >scopul: de a regenera si a resincroniza semnalele din retea, actionand la nivel fizic asupra semnalului si deservind mai multe segmente de retea
- >echipament de interconectare la nivel fizic transparent pt clientii retelei, nu e vazut ca partener de comunicatie
- >asigura legaturi individuale pe fiecare din porturile sale, functionand ca un *punct central de conectare* sau concentrator de date
- >nu modifica domeniul de coliziune => in retele de mari dimensiuni pot aparea probleme

### 13. Interconectarea LAN la nivelul legaturii de date –MAC (bridge, switch)

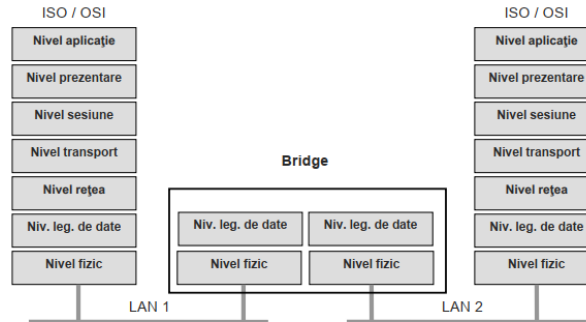


Figura 2.28 Definirea unui bridge în raport cu modelul ISO / OSI

#### Bridge-uri:

-> numite si punți de date

-> = echipamente ce pot fi considerate având un anumit grad de inteligență, adică au capacitatea de a procesa informația vehiculată => pot analiza datele vehiculate și pot lua decizii limitate în funcție de conținutul transferat, fără a modifica segmentul de date transmis

-> interconectează rețele LAN de același tip sau tipuri diferite (eventual folosind transceivere), permițând extinderea segmentelor de comunicație

-> sunt transparente pt clienții rețelei, operează la nivelul legăturii de date, MAC

-> sunt utile pt extinderea fizică a unei rețele LAN și pt interconectarea rețelelor locale ce utilizează tehnici diferite de control al aceluiași mediu (ex: un adaptor wireless = un bridge)

-> poate realiza și o funcție de filtrare a cadrelor între 2 segmente de rețea asociate porturilor sale

-> folosește adresele MAC pt a construi o tabelă care asignează fiecărui port adresele fizice ale stațiilor conectate pe respectivul segment

-> reduce domeniul de coliziuni; dacă într-o rețea apar coliziuni, el nu le propagă în alta rețea

-> sunt de 2 tipuri:

- Transparente: analizând adresele MAC, pe baza tabelului de adresare decide pt fiecare pachet dacă trebuie transmis pe o rețea sau pe alta
- Cu rutare prin sursă: se utilizează informația de rutare inclusă de sistemul sursă în câmpul din cadrul MAC

### Switch-uri:

-> numit si comutator de date

-> = un bridge multiport

-> opereaza la subnivelul MAC (legatura de date)

-> au capacitatea de a invata reguli (principiul inteligentei artificiale) => *eficienta* creste pe masura ce invata mai multe reguli (mai multe adrese MAC) => *performanta* depinde de capacitatea de memorare a adreselor MAC (+ de dimensiunea magistralelor interne pt deservirea simultana a conexiunilor multiple stabilite)

-> reduce domeniul de coliziuni si permite comunicatii individuale intre 2 sau uneori mai multe adrese MAC

## 14. Interconectarea LAN la nivel retea (routere)

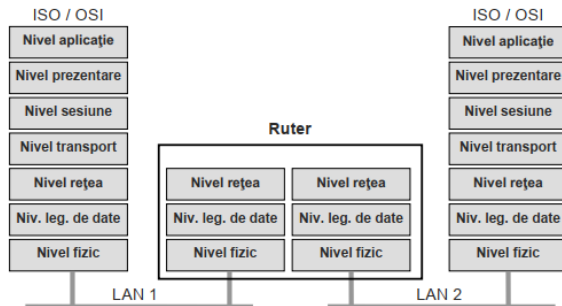


Figura 2.29 Definirea ruter-ului în raport cu modelul ISO / OSI

-> Ruter-ul este un echipament folosit pt interconectarea mai multor rețele locale de tipuri diferite, dar care utilizeaza acelasi protocol

-> utilizeaza adresele logice, de retea, ale sistemelor (adrese IP); aceste adrese sunt administrate de nivelul 3 al stivei de protocoale si sunt independente de tipul rețelei locale

-> toate sistemele dintr-o rețea logica au aceeași adresa logica de subrețea

-> ruterul interconecteaza (sub)rețele logice diferite

-> utilizeaza un singur tip de protocol de nivel rețea => nu poate interconecta decat rețele care folosesc același tip de protocol (se numesc *rutere dependente de protocol*)

-> exista rutere care au implementate mai multe protocoale, facand astfel posibila rutarea intre 2 retele care utilizeaza protocoale diferite (*rutere multiprotocol*)

->ruterele pot deveni bridge-uri daca nu recunosc protocolul de retea asociat unui cadru de date, lucrând, astfel, cu adrese fizice (*bridge-router* sau *B-router*)

-> asigura protectia naturala (natural firewall ) la atacurile de tip flood

-> poate gazdui mai multe gateway-uri, cate unul pt fiecare retea interconectata

-> exista tuneluri PPTP voluntare si obligatorii

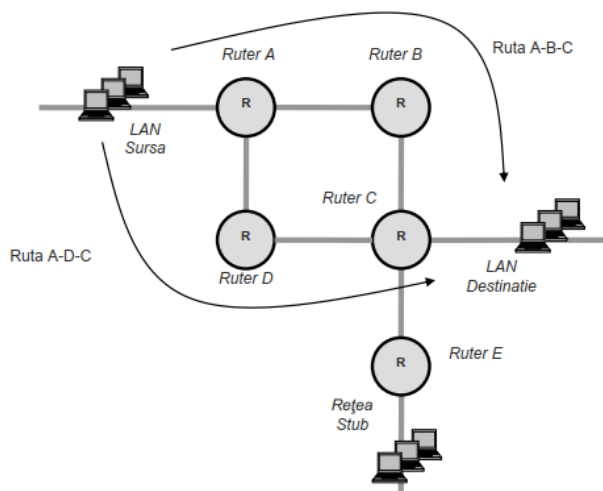
In functie de modul in care ruterul ia decizia de a trimite mesajele pe o cale sau alta, exista 2 tipuri de rutari:

1. Rutare statica:

- foloseste căi predefinite
- rutele statice sunt definite manual

2. Rutare dinamica:

- Se bazeaza pe descoperirea cailor optime, ca timp de raspuns sau ca nr de noduri intermediare: permite gasirea rutei optime => are eficienta numai daca exista mai multe cai de dirijare
- Rutele dinamice sunt „invatate” pe baza protocoalelor de rutare prin intermediul carora comunica ruterele intre ele



■ Exemplu de rutare între o sursă și o destinație cu posibilitatea utilizării a două căi

Figura 2.30 Rutarea în rețelele de date

## 15. Retele virtuale private, VPN

VPN (Virtual Private Network):

- >legatura de tip *tunel de comunicatie* : nu tine seama de infrastructura de transfer existent
- >permite ca 2 retele sa apara ca fiind in aceeași retea locala desi ele apartin unor retele diferite
- >tunelarea VPN ofera Securitate sporita ptc permite criptarea globala a transferurilor si autentificarea utilizatorilor
- > Raportat la modelul de comunicatie OSI, tunelarea VPN se poate realiza:
  - La nivelul legaturii de date (tunelare PPTP, L2TP)
  - La nivelul retea (tunelare IPSec)
  - La nivelul aplicatie (tunelare SSL)

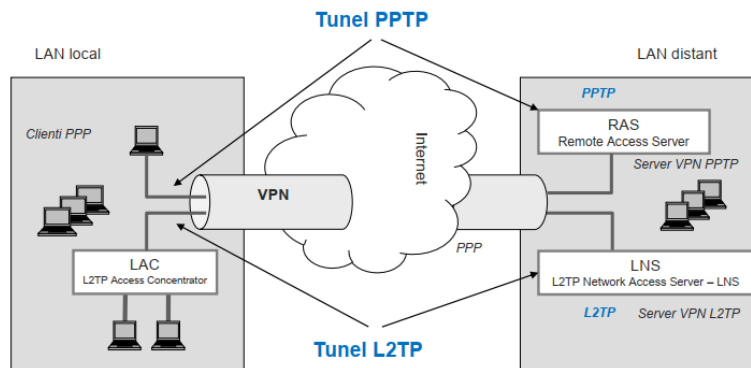


Figura 2.33 Tunelarea VPN (PPTP, L2TP)

Principalele protocoale folosite pentru tunelare VPN sunt:

1. Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP):
  - ➔ Este un protocol orientat pe modelul client-server
  - ➔ Proiectat special pt a asigura tuneluri virtuale prin retele IP utilizand PPP (Point to Point Protocol)
  - ➔ PPTP suporta mai multe conexiuni PPP intr-un singur tunel PPTP
  - ➔ PPTP incapsuleaza pachetele PPP pentru transmitia prin tunelul IP
  - ➔ Foloseste 2 canale virtuale de comunicatie pe aceasi conexiune: un canal de date si un canal de control
2. Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP):
  - ➔ Asemănător cu PPTP: combina PPTP cu L2F (Layer 2 forwarding)
  - ➔ Avantaj: e compatibil cu alte medii de transfer
  - ➔ Operează cu 2 tipuri de mesaje: de date si de control; combina canalul de date si de control intr-un singur flux
  - ➔ Suporta controlul fluxului de date



3. IP security (IPsec):

- ➔ Solutie de tunelare specifica nivelului 3 al stivei de protocoale
- ➔ Integrat in IPv6
- ➔ O metoda de a oferi protectie (ptc TCP/IP nu ofera)
- ➔ Parte de *autentificare* (tratata printr-un antet de autentificare) si parte de *criptare* (realizata la nivelul segmentului ce contine date utile incapsulate si securizate)

**Abordari practice VPN:**

- Setarea sistemelor pt lucrul in retea
- Comenzi Win

## S3, pondere 30%

1. S3. Tehnologia Bluetooth
2. S3. Retele Ethernet (arhitectura, cadrul Ethernet, accesul la mediu)
3. S3. Retele virtuale locale, VLAN
4. S3. Semnale utilizate in retele Ethernet (interfete Ethernet, deteriorarea semnalelor, codare, tehnici specifice)
5. S3. Tehnologia ISDN
6. S3. Tehnologia DSL
7. S3. Tehnologia VoIP (principiu; protocoale de semnalizare H.323, SIP)
8. S3. Tehnologii 2G, sistemele WAP, GPRS, EDGE
9. S3. Tehnologii 3G si 4G (UMTS, CDMA; LTE)
10. S3. Comunicatii IEEE 802.11 (arhitectura, topologii, alocarea canalelor, modulatii)
11. S3. Comunicatii IEEE 802.11, accesul la mediu (DCF/PCF, CSMA/CA, mecanismul RCS/CTS, fragmentarea datelor)
12. S3. Comunicatii WiMAX IEEE 802.16 (caracteristici de baza)
13. S3. Transmisiuni prin sateliti
14. S3. Modul de transfer asincron ATM
15. S3. Retele MPLS

### 1. Tehnologia Bluetooth

-> Bluetooth = o metoda de comunicatie fara fir, de transmitere de semnale pe distante scurte intre telefoane mobile, imprimante, computer desktop, laptop-uri, faxuri, tastaturi, casti audio sau alte dispozitive

->una dintre cele mai avansate tehnologii de comunicatie fara fir, operand cu frecvente din domeniul microundelor

->permite o rata de transfer a datelor ridicata, cu un consum foarte scazut de energie, actionand numai pe distante mici (pana la 100m) si numai in interiorul cladirilor "indoor"

-> este o tehnologie radio de banda ingusta si mica putere; opereaza in banda 2,4 GHz; sunt definite 79 de canale de frecventa; viteza de transfer a datelor e cuprinsa intre 432 kbps si 3Mbps

->dispozitivele Bluetooth folosesc aleator cele 79 de canale disponibile pe baza unei tehnici de salt de la o frecventa purtatoare la alta; algoritmul de schimbare a frecvente e transmis de master catre unitatile slave

->rețele Bluetooth pot interconecta între ele până la 256 de dispozitive simultan în minirețele wireless numite *piconets* (gestionate de un master)

->doar 8 dispozitive pot fi active simultan (1 master, 7 slave), restul rămân în așteptare => adresarea la nivel fizic (MAC) se face pe 3 biți

-> un dispozitiv poate fi în același timp master și slave (în rețele diferite)

->interconectarea rețelilor se face prin partajarea unui slave

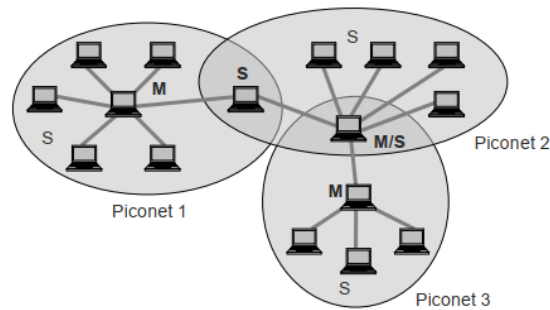


Figura 3.8 Interconectarea piconet

->3 niveluri la care este gestionată conexiunea (corespunzătoare nivelurilor 1 și 2 ale modelului ISO/OSI: nivelul fizic și nivelul legăturii de date):

- *Nivelul radio*: controlează interfața de radiofrecvență
- *Nivelul benzii de bază*: se ocupă de gestiunea fluxului de biți
- *Nivelul de gestiune a legăturii de date*

-> Funcționarea se bazează pe 3 protocoale fundamentale:

- L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol)
- SDP (Service Discovery Protocol)
- RFCOMM (Radio Frequency Communication)

-> La nivel fizic sunt definite 2 tipuri de legături:

- SCO (Synchronous Connection-Oriented) : asigură legătura punct-la-punct între master și slave
- ACL (Asynchronous connection-Less): furnizează conexiuni bazate pe comutație între master și toate dispozitivele slave, fiind premise și retransmisii

-> Masterul transmite folosind cadrele (interval de timp determinat) și așteaptă răspunsuri de la slave-uri pe cadrele impare; unele cadre sunt rezervate pt informații de control

-> O succesiune de cadre multiplexate în timp, formează un *canal logic* (pot fi identificate 5 canale)

## 2. Retele Ethernet (arhitectura, cadru Ethernet, accesul la mediu)

### Arhitectura:

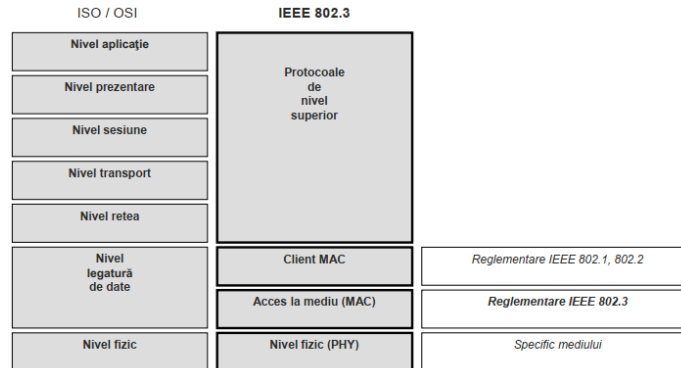


Figura 3.14 Arhitectura Ethernet comparativ cu modelul ISO / OSI

-> Subnivelul de acces la mediu, MAC, controlează accesul unui nod la rețea și este specific fiecărui protocol individual

-> protocoalele trebuie să îndeplinească aceleași seturi de cerințe logice

-> pt comunicarea de bază între 2 noduri din rețea trebuie ca ambele interfețe MAC să suporte aceleași viteze de transmisie

-> Subnivelul MAC are 2 responsabilități primare:

- Incapsularea datelor: asamblarea cadrelor înainte de transmisie, analiza lor și detectia erorilor în timpul și după transmisie
- Controlul accesului la mediu: initializarea transmisiei cadrelor de date și refacerea legăturilor pierdute

### Cadrul de date Ethernet

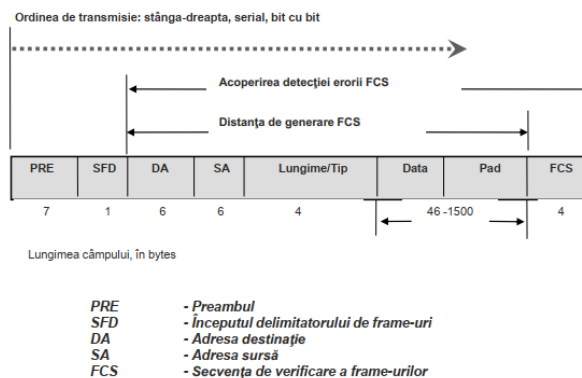


Figura 3.16 Formatul de bază al cadrelor de date IEEE 802.3 MAC

-> *Preambul (PRE)*: format din 7 octeti; sir alternative de biti de "0" si "1" care informeaza statiile ca urmeaza un cadru de date si permite acestora sa se sincronizeze

-> *Delimitatorul de inceput de cadru (SOF- start of frame)* : format dintr-un octet; o alternanta de biti de "0" si "1" care se incheie cu 2 biti de "1", marcand astfel momentul de inceput al sirului corespunzator adresei destinatie

-> *Adresa destinatie (DA- destination address)*: 6 octeti; campul DA are rolul de a identifica care statie trebuie sa receptioneze cadrul; e adresa individuala sau de grup

-> *Adresa sursa (SA – Source Adress)*: 6 octeti; are rolul de a identifica statia ce a trimis cadrul; intotdeauna adresa individuala

-> *Lungime/Tip (Length/Type)*: 4 octeti; identifica fie nr octetilor de date de MAC ce sunt continuti in campul de date al cadrului, fie tipul cadrului

-> *Data*: n octeti ,  $n \leq 1500$

-> *Secventa de verificare a cadrelor (FCS- Frame Check Sequence)* : 4 octeti; reprezinta valoarea obtinuta la emisie si comparata cu valoarea corespunzatoare obtinuta la receptie

### 3. Retele virtuale locale, VLAN

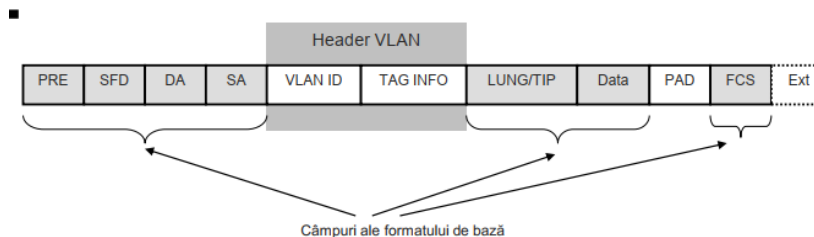


Figura 3.17 Formatul cadrelor VLAN

-> e un concept ulterior aparitiei Ethernet-ului

-> Se bazeaza pe capacitatea echipamentelor de dirijare a traficului de la nivelul MAC (Switch-uri) de a procesa cadrele de date pe care le vehiculeaza

-> In cadrul de date MAC se introduce o secveta suplimentara numita header VLAN care contine 2 campuri:

- Identificatorul tipului de VLAN (2 octeti, VLAN type ID)
- Informatii de control a destinatiei (2 octeti, Tag Control Information) care include prioritatea (de la 0 la 7) si identificatorul VLAN-ului

-> Datorita definirii de prioritati => transmiterea cadrelor critice ca intarziere se face mai eficient

-> gazdele pot fi grupate in grupuri virtuale, logice, de-a lungul mai multor retele locale

-> Bridge-urile si switch-urile vechiculeaza cadrele numai intre porturile definite ca apartinand aceleiasi VLAN, tinand seama de prioritati si analizand identificatorul VLAN din structura cadrului

-> Cand un cadru VLAN ajunge la o statie (host), aceasta va ignora header-ul VLAN

-> Pentru a defini o retea VLAN este necesar ca toate nodurile implicate (switch-uri, bridge-uri) sa aiba aceasta facilitate; ea este inclusa de obicei prin functiile switch-urilor "cu management"

## 4. Semnale utilizate in retele Ethernet (interfete Ethernet, deteriorarea semnalelor, codare, tehnici specifice)

### Deteriorarea semnalelor:

-> La transmisiunile in banda de baza, sirul de biti este direct transpus in succesiuni de impulsuri. Aceste *impulsuri* sunt *atenuate* (reduse ca amplitudine) si *distorsionate* (cu forma schimbata) atunci cand ajung la destinatie

-> *Forma de unda* va suferi *deplasari in curent continuu* menite sa conduca la o valoare medie nula, ptc liniile de comunicatie contin cuplaje capacitive si inductive (transformatoare) care nu permit trecerea componentei continue originale

-> Minimizarea fenomenului se poate face prin utilizarea codurilor de linie

### Codare:

-> Metoda folosita se numeste codare Manchester : bitii sunt codati prin tranzitii de semnal si nu prin nivele

-> in acest mod, chiar si in cazul sirurilor lungi de "0" sau "1" apar tranzitii => ceasul de transmisie poate fi usor extras

-> valoarea medie a semnalului e nula => component continua este nesemnificativa

-> *Dezavantaj*: se genereaza o forma de unda care necesita o banda de trecere mai larga => metoda nu e eficienta la viteze mari

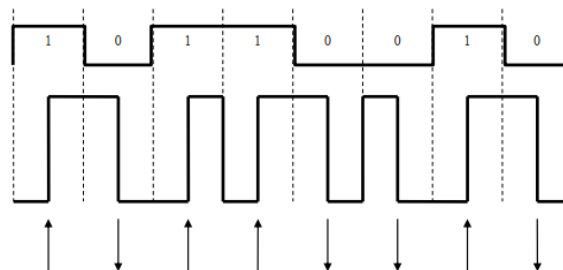


Figura 3.19 Codare Manchester

### Tehnici specifice:

-> *Folosirea datelor mixate (scrambler)* : procedura care aseaza ordinea bitilor, aleatoriu, a.i. unele valori "0" sunt transformate in valori "1" si invers, iar cativa biti raman neschimbati => o lungime redusa a secventelor constant si un nr mai mare de tranzitii => usurarea recuperarii ceasului de transmisie

-> *Expandarea spatiului codului*: permite asignarea de coduri separate pt date si simboluri de control; faciliteaza detectia erorilor de transmisie

-> *Folosirea codurilor de corectie a erorilor ulterioare (FEC –Forward Error Correction)* : o codare in care o informatie redundanta e adaugata la sirul de date transmis a.i. unele erori de transmisie sa poata fi corectate in timpul receptiei fluxului de date

## 5. Tehnologia ISDN

ISDN (Integrated Services Digital Network) / retea digitala cu integrarea serviciilor:

-> un concept care se bazeaza pe transferal digital de voce si date pana la nivel de abonat, pe infrastructura Telefonica

-> ofera simultan telefonie de calitate si acces la servicii de date

-> semnalul vocal digitalizat e codificat PCM

ISDN defineste o conexiune cu canale multiple, care se bazeaza pe multiplexarea cu divizare in timp a datelor. Sunt definite 3 metode de acces ISDN:

1. Acces de baza: 2B + 1D
  - Asigura un flux de date de 144 kbps
  - Reuneste 2 canale purtatoare (B) si un canal de date (D)
  - Se pot conecta si adresa independent pana la 8 dispozitive diferite
2. Acces primar 23/30B + 1D
  - O procedura de multiplexare prin care un grup de utilizatori de nivel ISDN de baza partajeaza facilitatile oferite de o linie comuna
  - In America de Nord si Japonia accesul primar consta dintr-un grup de 23 de canale de tip B si un canal D, iar in Europa 30 de canale B si unul D
3. Acces hibrid : 1A+1C
  - Include un canal pt telefonie analogical si comunicatii si un canal digital de viteza scazuta => permite telefonie analogical si comunicatii de date de viteza scazuta, simultan
  - E putin utilizat in prezent

Implementare ISDN:

-standardele "I" specifica conexiunea fixica a echipamentelor compatibile ISDN la circuitele ISDN

-standardele "Q" specifica modul de transmisie a datelor si a informatiilor de configurare pt canalul D

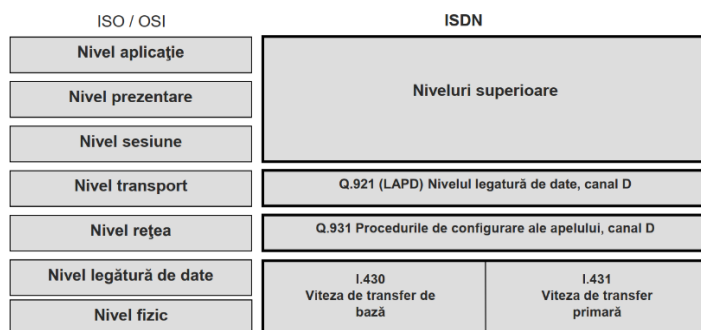


Figura 3.27 Arhitectura ISDN și echivalența cu modelul ISO / OSI

## 6. Tehnologia DSL

DSL (Digital Subscriber Line)

-> o tehnologie de banda larga care permite transmiterea informatiilor prin intermediul liniilor telefonice

-> exista mai multe tipuri de sisteme de transmisie DSL, cum ar fi : ADSL, HDSL, RADSL

-> sunt premise inclusiv transmisiuni video sau audio alaturi de alte servicii de date

->rata de transfer ajunge pana la 6,1 Mbps ; este influentata de dimensiunea conductoarelor de cupru utilizate; creste odata cu scaderea distantei fata de oficiul de conectare

-> este necesar ca liniile telefonice utilizate sa nu treaca prin dispozitive analogice specifice (repetoare, amplificatoare) pt a putea sa exploateze o latime de banda de frecvente mai mari decat banda Telefonica locala

-> Banda de frecvente din disponibila poate fi partajata pt semnal analogic si semnal digital => tehnologiile DSL au nevoie de un filtru separator de semnal care trebuie instalat la utilizator

-> cateva implementari DSL sunt:

- Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL): foloseste o solutie de transport asimetrica

- DSL lite: ADSL fara separator de semnal (splitter)

- HDSL (High bit-rate DSL): e simetrica +SDSL (similara cu HDSL)

- + IDSL, RADSL,UDSL,VDSL



## 7. Comunicatii VoIP (principiu; protocoale de semnalizare H.323, SIP)

VoIP (Voice over Internet Protocol/0 / Telefonie IP:

- > un concept care se bazeaza pe fluxuri vocale digitale transportate pe infrastructura logica de tip IP
- > e alternativa digitala la telefonie clasica; ofera servicii clasice precum: apelare, numerotare, semnalizari diverse
- > digitalizeaza si codifica semnalul vocal in scopul transmiterii prin retele de date
- > Protocoale de semnalizare:

1. *Protocolul H.323*: defineste o arhitectura pt aplicatii multimedia, in acest sens descrie:

- Terminale
- Disceperi (gatekeepers)
- Porti (gateways)
- Unitati de control multipunct

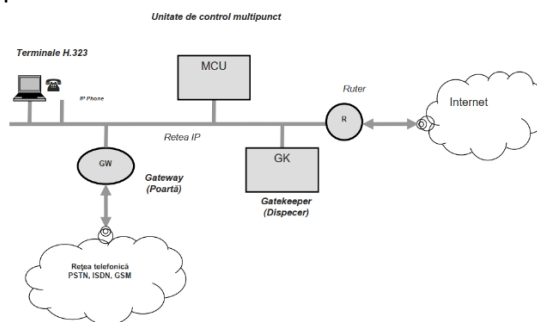


Figura 3.32 Arhitectura generică a unei rețele H.323

2. *Protocolul SIP (Session Initiation Protocol)*: asigură funcții de control avansat a comunicațiilor vocale; arhitectura se bazează pe entități hardware sau software:

- Agenți SIP: pot fi telefoane IP sau aplicații software de telefonie și video conferință; inițiază o cerere de comunicare
- Registratori: servere de înregistrare; monitorizează utilizatorii în interiorul unui domeniu (ex: [xyz@yahoo.com](mailto:xyz@yahoo.com))
- Servere proxy SIP: direcționează spre destinație cererile și răspunsurile SIP
- Servere redirectare: recepționează cererile și le redirecționează spre un agent sau un nou server când mesajul ajunge la destinația finală

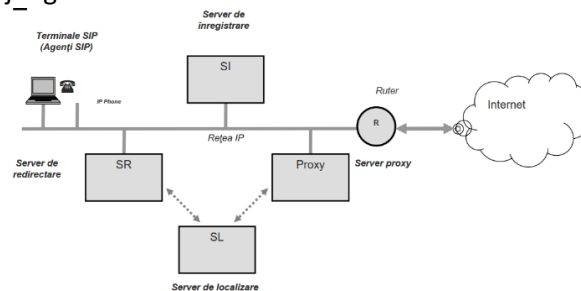


Figura 3.33 Arhitectura generică a unei rețele SIP

<i>Feature</i>	<i>H.323</i>	<i>SIP</i>
<b>Encoding</b>	Binary	Text
<b>Control</b>	Centralized server	Endpoints (using proxy)
<b>Intelligence</b>	Most in central server; core	Most in the endpoints; edge
<b>Modularity</b>	Monolithic (all in one server)	Can be multiple servers
<b>Defined by</b>	ITU	IETF
<b>Media</b>	RTP	RTP

## 8. Tehnologii 2G, sistemele WAP, GPRS, EDGE

### 1. Sistemul WAP (Wireless Application Protocol): 2G

-> permite comunicarea de date (2G) dintre un telefon mobil si un server instalat in retea, folosind principiul comutatiei circuitelor, CSD (Circuit Switched Data), ca purtator de date

-> Dezavantaje:

- Viteza scazuta de conectare
- Este de tipul "stocheaza si trimite" => sunt folosite resursele Centrului SMS chiar si cand utilizatorul cere informatii de la propriul microbrowser
- Nu incorporeaza tehnici de compresie pt continutul de tip text

### 2. Sistemul GPRS (General Packet Radio Service): 2.5G

-> o functie non vocal ace permite vehicularea informatiei prin intermediul unei retele de telefonie mobile

-> au viteze de transmisie a datelor mai mici decat cele premise de catre retele fixe

-> nu include nicio procedura de inmagazinare a datelor (cum ar fi "stocheaza si trimite"), ci doar metode de stabilire a cilor de interconectare intre cele 2 sisteme

-> consta in separarea informatiei in pachete, inainte ca aceasta sa fie transmisa; pachetele sunt reasamblate la destinatie

-> se foloseste metoda numita comutarea pachetelor (packet switching): pt ca resursele GPRS sa fie folosite doar atunci cand utilizatorii transmit sau primesc date

### 3. Sistemul EDGE (Enhanced data rates for GMS Evolution): 2.75G

-> solutie pt rezolvarea problemei vitezei de transmisie GPRS: permite obtinerea de viteze superioare la nivelul transmisiunilor de date, pe baza utilizarii codarii 8PSK

## 9. Tehnologii 3G si 4G (CDMA, UMTS , LTE)

### 1. CDMA2000 (Code Division Multiple Access): 3G

- > o extensie CDMA ce pastreaza compatibilitatea cu versiunile anterioare
- > identifica canale de comunicatie printr-un cod pseudo-aleator => permite partajarea aceleiasi frecvente de comunicatie catre mai multi utilizatori

### 2. UMTS (Universal Mobile Telecommunications System): 3G

- > se bazeaza pe W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access)
- > viteze de partajare de pana la 14,4 Mbps / 5,5 Mbps (downlink/uplink)
- > latimea de banda oferita permite accesul broadband la servicii de date tip Internet si in mod particular la comunicatii de tip videotelefonie sau video broadcasting (televiziune)
- > in mod obisnuit, utilizeaza solutii hibride: dispozitive mobile care opereaza ca terminale 2G pt comunicatiile vocale si ca dispozitive 3G pt comunicatiile de banda larga (transfer video, date)

### 3. LTE ( Long Term Evolution) : 4G

- > viteze de partajare de pana la 326,4 Mbps / 86,4 Mbps (downlink/uplink)
- > ofera 3 nivele de performanta in functie de distanta acoperita (5km, 30km, 100km)
- > asigura coexistenta cu CDMA2000, UMTS, dar si GPRS
- > se identifica cu generatia 4G a comunicatiilor mobile, prin asigurarea compatibilitatii cu transportul IP

## 10. Comunicatii IEE 802.11 (arhitectura, topologii, alocarea canalelor, modulatii)

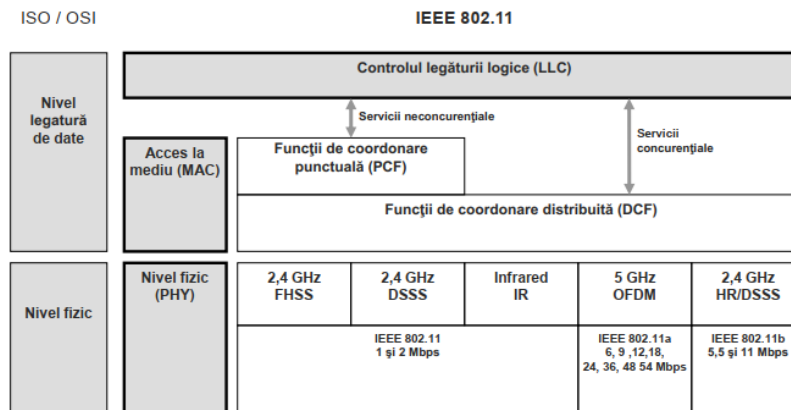


Figura 3.40 Arhitectura IEEE 802.11 și echivalența cu modelul ISO-OSI

### Topologii wireless: (arhitectura)

1. *ad-hoc* : grupeaza mai multe echipamanete echipate cu interfete radio care comunica independent intre ele pe un canal de comunicatie comun
2. *infrastructura*: comunicatia e intermediata de un dispozitiv radio numit punct de acces radio sau AP (Access Point); un AP gestioneaza mai multi client care comunica pe acelasi radio; AP-ul e un bridge-master, iar clientul radio e un bridge-slave

### Alocarea canalelor IEEE 802.11b/g:

-> spectrul unui canal se poate suprapune partial peste spectrul canalelor alaturate

-> o spatiere considerate rezonabila pt a nu apare interferente ar fi de 5 canale

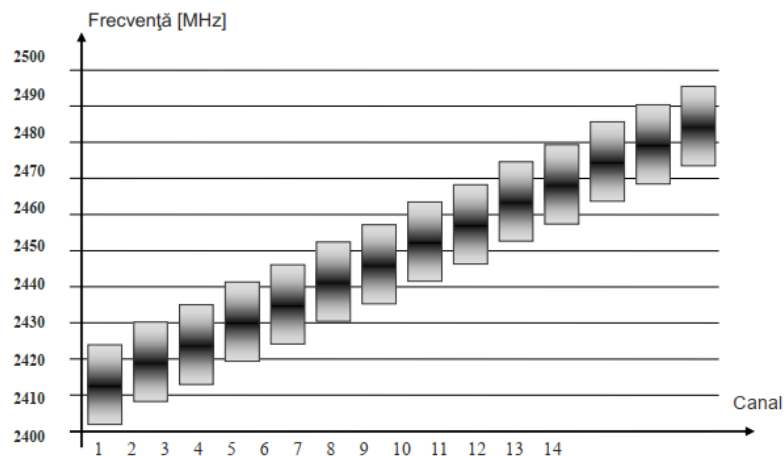


Figura 3.41 Alocarea canalelor radio pentru rețelele 802.11b/g

### Modulatii:

1. *FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)* – spectru imprastiat cu salt de frecventa
  - Foloseste 79 de canale si 22 de secvente de salt la viteze de 2Mbps
  - A fost inlocuit in mare parte de alte moduri de transmisie mai eficiente d.p.d.v al utilizarii benzii
2. *DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)* – spectru imprastiat cu succesiune directa
  - Foloseste 14 canale ; rata de transfer adoptata 11Mbps
3. *OFDM (Ortogonal Frequency Division Multiplexing)* – multiplexare cu divizare in frecvente ortogonale
  - Rata de transfer ajunge la 54Mbps
  - Se folosesc frecvente ortogonale pt a reduce interferenta cu canalele alaturate

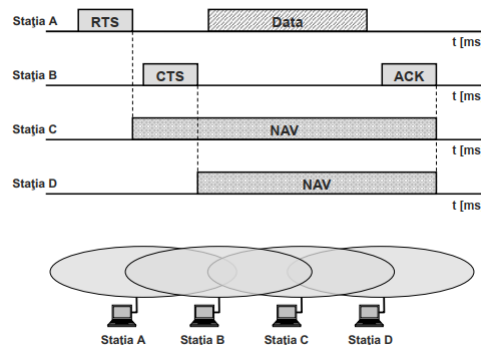
## 11. Comunicatii IEEE 802.11, accesul la mediu (DCF/PCF, CSMA/CA, mecanismul RCS/CTS, fragmentarea datelor)

IEEE 802.11 suporta 2 moduri de functionare

1. *DCF ( Distributed Coordination Function)* – functie de coordonare distribuita; nu foloseste nici un fel de control central fiind similar in aceasta privinta cu Ethernet-ul
  - Se bazeaza pe tehnica de acces la mediu numita CSMA/CA (Collision Sense Multiple Access with Collision Avoidance): in acest protocol se foloseste atat observarea canalelor fizice, cat si a celor virtuale
2. *PCF ( Point coordination Function )* – functie de coordonare punctuala;
  - foloseste statia de baza (AP-ul) pt a coordona toata activitatea din celula sa; statia de baza interogheaza celelalte statii daca au ceva de transmis; nu apar niciodata coliziuni

Protocolul CSMA/CA suporta 2 moduri de operare :

1. Prin observarea canalului
2. **Prin mecanismul RTS/CTS** (ilustrarea principiului mecanismului)



### Fragmentarea datelor:

- Un cadru care este prea lung, are puține șanse să fie transmis fără erori și va trebui, cel mai probabil, retransmis.
- Pentru a rezolva problema canalelor zgomotoase, 802.11 permite cadrelor să fie fragmentate în segmente mai mici, fiecare tratat separat din punctul de vedere al erorilor de transmisie, având propria sumă de control.
- Fragmentarea crește eficiența transmisiei prin limitarea retransmiterii doar la fragmentele eronate, eliminând necesitatea de a retransmite întregul cadru (figura 3.45).

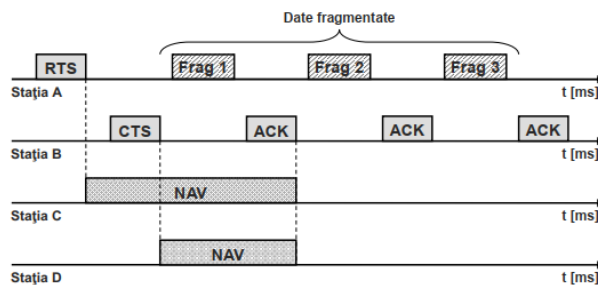


Figura 3.45 Fragmentarea secvențelor de date în rețelele IEEE 802.11

## 12. Comunicatii WiMAX IEEE 802.16 (caracteristici de baza)

-> Standardul IEEE 802.16 defineste metode si tehnologii de acces wireless la servicii de date intr-o maniera mult mai performanta comparative cu IEEE 802.11

**WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access ):**

-> cel mai bun compromis viteza-mobilitate

-> depaseste tehnologia 3G

-> ofera facilitate de transport de banda larga pentru terminale mobile

-> ofera servicii de date pentru terminale fixe sau mobile, pe arii relative largi (50km) si la costuri mai mici, cu conditia ca terminalele mobile de comunicatie sa ofere acces WiMAX

-> frecventele definite acopera o gama larga : 2 GHz – 66 GHz

-> rata de transfer : 10 Mbps pt o distanta de 10Km

-> 2 abordari WiMAX: *WiMAX fix* (comunicatiile wireless fixe) & *WiMAX mobil* (comunicatiile wireless mobile)

-> Subniveluri WiMAX: Standardul IEEE 802.16 reglementeaza in principal subnivelul fizic (PHY) si subnivelul de acces la mediu (MAC)

-> Avantaj WiMAX: modul de alocare al canalelor

## 13. Transmisiuni prin sateliti

-> Comunicatiile prin satelit sunt un caz particular al transmisiunilor prin microunde

-> Satelitul receptioneaza semnalul de la o statie terestra ascendenta si il retransmite de obicei pe o arie larga de acoperire (este un releu intermediar)

-> La nivelul satelitilor exista un nr de *transpondere*: dispozitive care receptioneaza semnalul de la sol, il amplifica si il retrimite catre pamant, modificand frecventa purtatoare (satelitii comerciali au 10-50 transpondere)

-> Satelitii pt comunicatii sunt sateliti stationari aflati la o altitudine de 35800km deasupra ecuatorului

-> Satelitii geostationary au un unghi de acoperire de 120grade => 3 sateliti plasati deasupra ecuatorului pot acoperi intreaga suprafata terestra

-> Probleme in comunicatia cu un satelit geostationar: necesita putere mare la emitor, dimensiunea antenei, costuri de lansare si intretinere

-> Alternativa pt aceasta problema: utilizarea satelitilor de joasa altitudine (700-1500km)

-> noua problema: durata maxima de acoperire a unei zone este de 15-20minute => e necesara o retea de sateliti care sa acopere, pe rand, in permanenta zonele de interes (ex de astfel de retele: ECCO, GLOBALSTAR, IRIDIUM)

-> frecventele utilizate sunt de ordinal microundelor 3 GHz -30 GHz)

-> Tehnologiile de comunicatie prin satelit pornesc de la constatarea ca nu toti utilizatorii transmit simultan; Tehnicile de partajare folosite sunt:

- FDMA (Frequency Division Multiple Access): alocarea unor benzi de frecventa independente pt utilizatori
- TDMA (Time Division Multiple Access): utilizatorii beneficiaza de sloturi de timp, multiplexate pe un canal de frecventa unic

-> In ultimii ani comunicatiile prin satelit sunt mai putin utilizate pt transmisiuni de date asociate serviciilor Internet ptc:

- Disponibilitatea transportului pe fibra optica la preturi mai reduse
- Necesita un canal uplink pt asigurarea comunicatiei bidirectionale => costuri suplimentare
- Implica intarziere mare : timpul necesar undei electromagnetice sa calatoreasca pana la satelit si inapoi

-> Eficiente: pt distributia de programe radio/TV la costuri reduse pe arii largi

## 14. Modul de transfer asincron ATM

**DEF:** *ATM (Asynchronous Transfer Mode)* = un sistem de transmisiune orientat pe conexiune, care transporta pachete sau cellule pe infrastructura retelei

-> transmisia e asincrona ptc momentul de inceput al transmisiei nu e predeterminat

-> sistemul e utilizat in retele DSL

-> uneori e privit ca o alternative simplificata pt transportul IP, dar ofera *avantaje* importante: transporta orice tip de informative in aceleasi conditii, suporta atat comutatie de circuite cat si comutatie de pachete, avantaje in transportul stream-urilor media

-> un concept specific ATM se refera la cai virtuale – Virtual Path (VP) care identifica un grup de circuite virtuale si circuite virtuale – Virtual Circuit (VC) care identifica o conexiune intre 2 statii ATM

**DEF:** Un pachet ATM (numit si *celula*) este o secventa cu lungime fixa de 53 de octeti, din care 48 sunt date utile si 5 octeti auxiliari pt antet (header)

-> Fiecare celula contine un indicator al caii viruale (VPI) si un identificator al circuitului virtual (VCI)

## Interconectarea ATM:

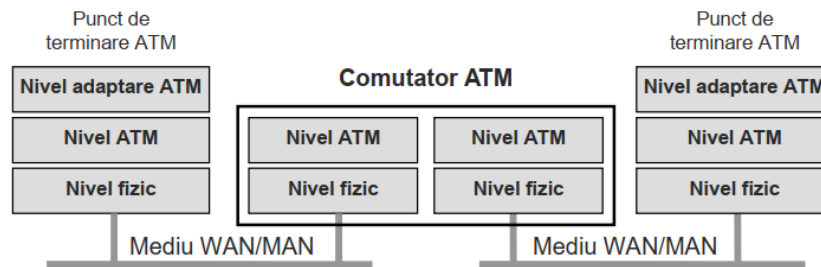


Figura 3.57 Modelul de interconectare ATM

Arhitectura ATM conține 3 niveluri de referință:

1. Nivelul fizic: definește conectarea la mediul de comunicație
2. Nivelul ATM: este un nivel de legătură de tip releu de date; construirea fluxului celulelor, determinarea rutelor celulelor, adăugarea de celule goale când nu se transmit date
3. Nivelul de adaptare ATM: se ocupă cu conversia formatului datelor; există 4 astfel de niveluri

-> Rutarea se bazează pe canale și cai virtuale (VCI, VPI) definite în antetul celulelor ATM, se face de către comutatoare (switch-uri) ATM și se face pe 2 nivele virtuale: cale și conexiune.

## 15. Rețele MPLS

MPLS (Multi Protocol Label Switching):

-> o soluție de transport a datelor care operează între nivelul 2 (legătură de date) și 3 (rețea) al modelului ISO/OSI

-> este un protocol pentru comunicații bazate pe comutarea de pachete, unitatea de date folosită fiind datagrama

-> preia principiile ATM aducând îmbunătățiri

-> utilizează cadre de lungimi mai mari și de lungime variabilă => reduce datele overhead

-> Principiul de funcționare: se bazează pe etichetarea pachetelor folosind o secvență numită etichetă stivă, alcătuită din 4 câmpuri

-> comutarea pachetelor marcate cu astfel de etichete este mult mai rapidă decât alte soluții

-> permite crearea de rețele virtuale de tip VPN

-> oferă posibilitatea de a oferi cai de transport rapide și flexibile pentru alte tehnologii

-> este o soluție performantă și flexibilă care poate substitui sau completa tehnologiile existente în ceea ce privește interconectarea rețelelor de nivel superior





## S4, pondere 15%

1. S4. Coduri de linie NRZ
2. S4. Coduri de linie, RZ
3. S4. Coduri cu modularea pozitiei sau duratei impulsului (PPM, PDM)
4. S4. Coduri de linie cu codarea fazei, PE (bifazice L/M/S, Miller)
5. S4. Coduri multinivel PRZ si BP/AMI
6. S4. Coduri dicod, DI
7. S4. Coduri duobinare, DB
8. S4. Coduri alfabetice
9. S4. Coduri pentru corectia salvelor de erori, principii

### 1. Coduri de linie NRZ

*Codurile NRZ (Non Return to Zero)* – fara intoarcere la zero: sunt coduri de linie care codifica simbolurile de “1” printr-o stare semnificativ a unui semnal (o tensiune pozitiva) si “0” printr-o alt stare semnificativa (o tensiune negative), fara sa existe o stare neutral sau de asteptare (zero)

In cazul *NRZ-M (mark)* sau *NRZ-S(space)* are loc o schimbare (tranzitie) a nivelului la inceputul intervalului de bit pt una din starile logice si nici o tranzitie pt starea complementara.

O varianta a codului NRZ-M utilizeaza tranzitii la sfarsitul intervalului de bit si nu la inceputul intervalului de bit, caz in care el se numeste *NRZI (Non Return to Zero Inverted)*

-> Dezavantaj coduri NRZ: existenta unei componente de curent continuu

-> NRZ e utilizat in comunicatiile seriale RS232 sau in retelele Gigabit Ethernet 1000Base-X

-> NRZI e folosit la compact discuri, comunicatii USB sau in retele pe fibra optica la 100Mbps, 100Base-FX

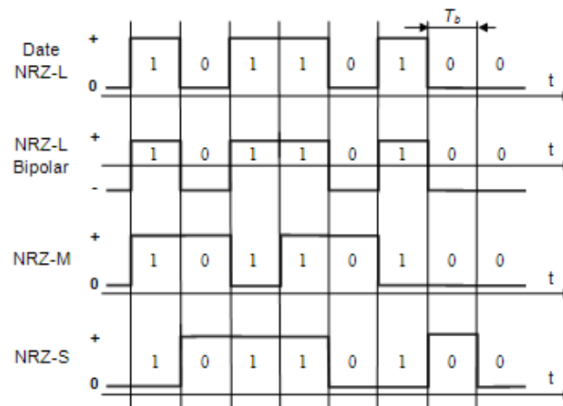


Figura 4.11 Coduri NRZ

## 2. Codurile de linie RZ

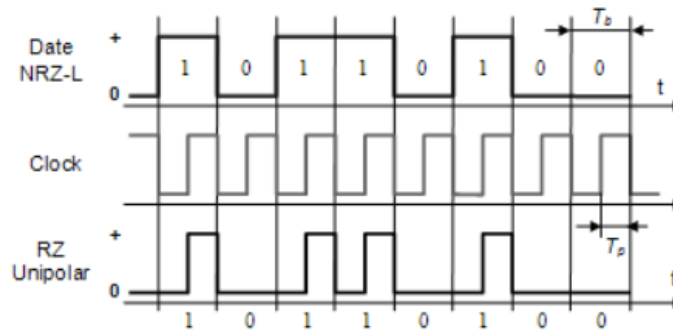


Figura 4.13 Codul RZ

- Codul RZ – *Return to Zero* (coduri cu întoarcere în zero) este un cod caracterizat de existența unor stări neutre asociate cu transmiterea de simboluri „0”.
- Se obține printr-o combinație între NRZ-L (secvența de date) și semnalul de ceas, ceea ce îl face propriu necesităților de sincronizare.
- Se obține practic prin conjuncția logică (AND) între datele NRZ-L și semnalul de ceas. Deci „0” va fi reprezentat prin absența impulsului pe timpul intervalului de bit, iar „1” prin prezența impulsului pe timpul intervalului de bit.

## 3. Coduri cu modularea poziției sau duratei impulsului (PPM, PDM)

-> PPM (Pulse Position modulation) – codarea impulsurilor în poziție: utilizează un puls de  $\frac{1}{4}$  din intervalul de bit, plasat la începutul acestuia pt „0” și un puls de  $\frac{1}{4}$  din intervalul de bit plasat la mijlocul intervalului de bit pentru „1”

-> PDM (Pulse Duration Modulation) – modularea impulsurilor în durată: utilizează pulsuri de  $\frac{1}{3}$  din intervalul de bit pt „0” și  $\frac{2}{3}$  din intervalul de bit pt „1”, ambele plasate la începutul intervalului de bit

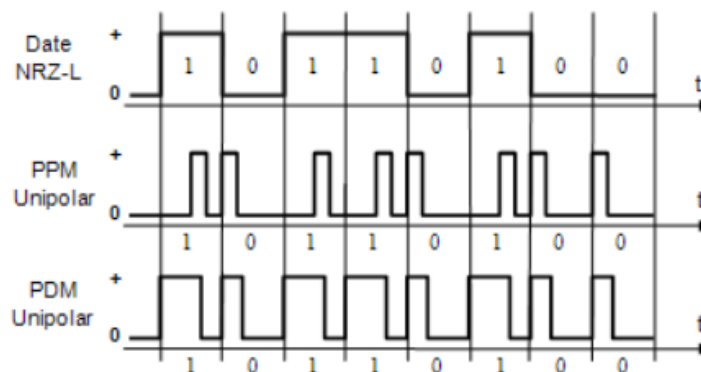


Figura 4.14 Codurile PPM și PDM

## 4. Coduri de linie cu codarea fazei, PE (bifazice L/M/S, Miller)

Codurile PE (Phase Encoded) – cu faza codată: utilizează tranzițiile nivelului de semnal atât pt transportul datelor, cât și pt informația de sincronizare

Sunt 4 tipuri de coduri PE:

1. BiΦ-L (Biphase Level) – bifazic de nivel sau Manchester : în forma de undă rezultată vom regăsi semnalul de ceas pt „0” și inversul semnalului de ceas pt „1”
2. BiΦ-M (Biphase Mark) – bifazic mark: un „1” logic e reprezentat printr-o succesiune de subștiri „01”, „10” transmise pe timpul intervalului de bit, în timp ce „0” logic e reprezentat prin succesiunea de subștiri „00” și „11”
3. BiΦ-S (Biphase Space) – bifazic space: e similar cu BiΦ-M, cu deosebirea că alocările de semnal pt „0” și „1” sunt inversate
4. Miller/DM : un „1” logic e reprezentat printr-o tranziție la mijlocul intervalului de bit, iar „0” logic printr-o tranziție la sfârșitul intervalului de bit

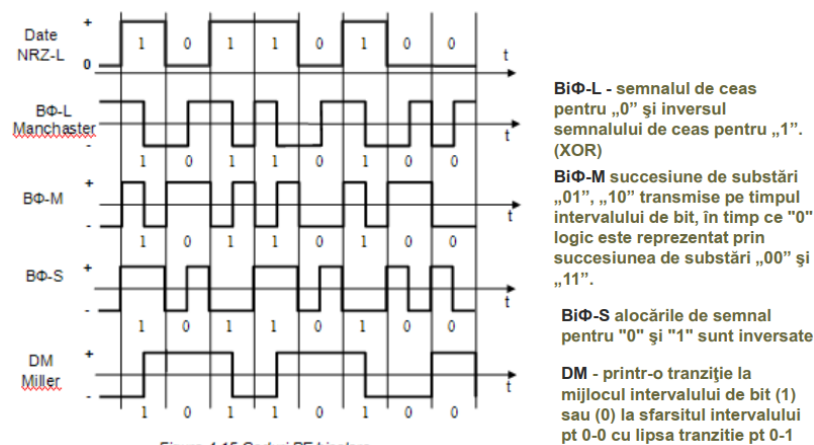


Figura 4.15 Coduri PE bipolare

## 5. Coduri multilevel PRZ și BP/AMI

**Codul PRZ (Polar Return to Zero)** – codul RZ polar: utilizează o formă de undă care revine la 0 pt fiecare puls indiferent dacă nr de biți „0” sau „1” e par sau impar => nu e necesar un semnal separat de ceas pt recepție ptc informația de ceas se găsește pe fiecare interval de bit  $T_b$ . Codul are proprietăți de sincronizare foarte bune datorită prezentei de tranziții pe fiecare interval de bit

**Codurile multilevel bipolare BP :** utilizează impulsuri de durată  $T_b/2$  sau  $T_b$  pt „1” logic și lipsa de impuls pe durată intervalului de bit pt „0” logic. Polaritatea impulsurilor pt „1” logic e alternantă

=> aceste coduri se mai numesc și coduri AMI (Alternate Mark Inversion) de obicei cu referire la utilizarea de impulsuri cu durată egală cu intervalul de bit

-> pe durata lui „0” exista lipsa de impuls, iar pe durata lui „1” se transmit alternativ pulsuri pozitive si negative => valoarea medie a semnalului e nula => se elimina componenta continua => se pot utiliza repetoare de linie tele-alimentare, cuplate prin transformatoare si alimentate printr-o bucla de curent de la echipamentul central

## 6. Coduri dicot, DI

- În cazul *codurilor dicod*, DI - *Dicode*, un impuls bipolar (de lungime  $T_b$  pentru DI-NRZ și  $T_b / 2$  pentru DI-RZ) este asociat fiecărei tranziții a datelor de intrare (figura 4.18). Pulsurile succesive trebuie să alterneze ca semn. Fronturilor crescătoare din secvența de date li se asociază puls pozitiv iar fronturilor descrescătoare li se asociază puls negativ. Ca și în cazul NRZ-M și NRZ-S, polaritatea pulsurilor ar putea să nu corespundă neapărat cu starea logică a datelor.

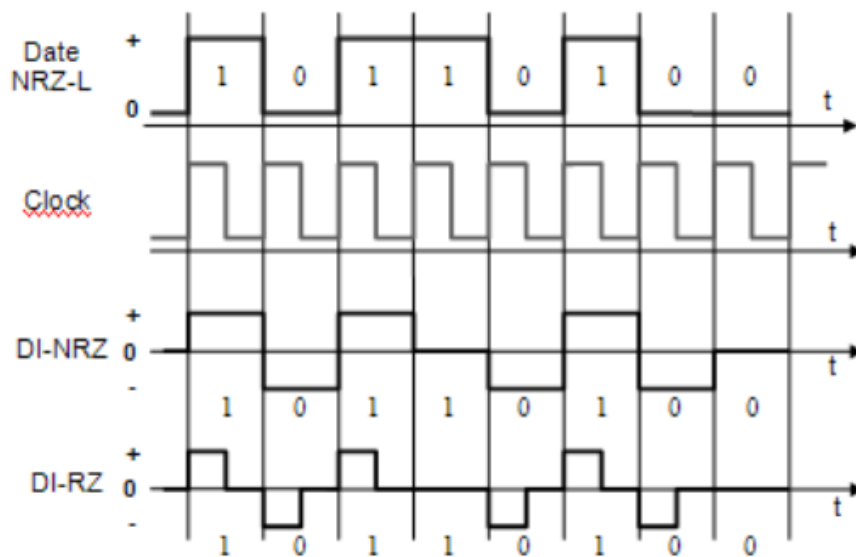
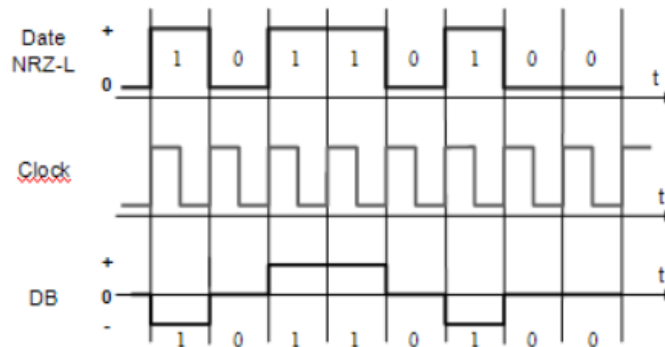


Figura 4.18 Codurile DI

## 7. Coduri duobinare, DB



- *Codurile duobinare, DB - DuoBinary*, sunt un exemplu de **codare corelativă** de nivel deoarece există o corelație între nivelurile succesive de semnal.
- Codurile DB utilizează trei niveluri de semnal, nivelul din mijloc (0) fiind alocat lui "0", iar celelalte două (+, -) lui "1". Semnalul pseudoternar este generat prin precodarea datelor de intrare astfel încât tranzițiile de semnal să aibă loc numai între niveluri vecine, nefiind de exemplu permise tranzițiile de la "+" la "-" și invers deoarece este sărit nivelul "0".
- Codul DB **codifică „0” prin lipsă impuls iar „1” este reprezentat prin puls pozitiv dacă numărul de biți „0” până în momentul respectiv este par și prin puls negativ dacă numărul de biți „0” transmiși până la momentul respectiv este impar** (figura 4.21).

## 8. Coduri alfabetice

-> Codurile alfabetice se bazează pe substituirea secvenței de biți cu o succesiune de simboluri cu 2 stări (binare), cu 3 stări (ternare) sau cu 4 stări (cuaternare)

-> ele sunt identificate prin denumiri de forma nBmX, unde nB se referă la nr de biți succesivi (n) ce urmează a fi codati unitar iar mX se referă la nr de simboluri (m) binare (X devine B), ternare (X devine T) sau cuaternare (X devine Q) utilizate pt codificarea succesiunii initiale nB

->coduri alfabetice uzuale sunt:

- 4B5B
- 4B3T
- 8B10B
- 2B1Q

## 9. Coduri pentru corectia salvelor de erori, principii

-> mai multi biti succesivi din acelasi bloc de date pot fi eronati, dar nu si bitii de acelasi rang din blocuri succesive

-> Pt a exploata aceasta observatie se pot transmite bitii intr-o alta ordine: pt primul bit din primul cuvant, primul bit din al 2 lea cuvant si asa mai departe

-> Fiecarei secvente i se aplica apoi algoritmi de corectie cunoscuti. De ex daca se foloseste un cod corector de eroare, este posibil ca acestea sa se afle cate una in fiecare cuvant transmis, adica o eroare in secventa alcatuita din bitii de pe pozitia 1, alta eroare va fi posibila in secventa alcatuita din bitii de pe pozitia 2 si asa mai departe

-> Daca apare o salva de erori care eroneaza un cuvant initial, aceasta se va distribui noilor blocuri de date

-> Operatiunea de formare a blocurilor de date prin preluarea bitilor de acelasi rang din cuvinte succesive se numeste *întreșare*, iar codurile generate astfel se numesc *coduri înterșute* (interleaving)