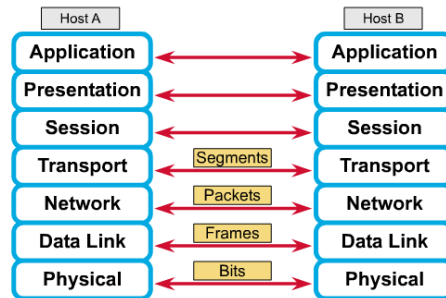


## Laborator 4

### Modelul ISO OSI



Nivelul Transport fragmentează datele în unități mai ușor de manipulat numite segmente. De asemenea numerotează segmentele pentru ca acele calculatoare destinație să poată recompune datele inițiale. Apoi nivelul Rețea încapsulează fiecare segment luând naștere pachetele, la care va adăuga adresele IP a mașinii sursă și a celei destinație. Mai departe nivelul Legătură de date încapsulează pachetele rezultând astfel așa-numitele frame-uri la care va adăuga adresa MAC a mașinii sursă și a celei destinație. Apoi aceste frame-uri vor fi transmise bit cu bit către nivelul Fizic.

Primele trei niveluri (cele mai de jos) a modelului OSI sunt cele care se ocupă de mișcarea datelor prin Internet și Intranet. Când datele sunt transmise doar de-a lungul unui LAN, vom vorbi despre unitățile de date ca fiind frame-uri, adresele MAC fiind tot ceea ce este necesar pentru ca datele să ajungă de la sursă la destinație. Dacă însă va trebui să trimitem datele peste Intranet sau Internet, pachetele vor deveni unitățile de date la care se va face referirea deoarece mașina destinație va fi căutată după adresa IP introdusă în pachet la nivelul Rețea al nivelului OSI.

#### Rolul pachetelor în comunicația din rețea

Datele fac parte din fișiere de dimensiuni mari. Însă, rețelele nu ar putea funcționa dacă fiecare calculator ar plasa pe cablu la un moment dat o cantitate mare de date. Există două motive pentru care transferul unor blocuri mari de date pe cablu, la un moment dat, duce la încetinirea rețelei.

În primul rând, transmiterea în bloc a unor cantități mari de date „strângulează” (blochează) rețeaua, împiedicând interacțiunea și comunicațiile rapide, din cauza unui calculator care „înundă” cablul cu date.

Al doilea motiv pentru care rețeaua reformează blocurile mari de date în pachete mai mici este posibilitatea unei erori în transmisie. În acest caz, doar o mică parte a datelor va fi afectată și va trebui retransmisă, ceea ce simplifică sarcina de tratare a erorii.

Pentru ca mai mulți utilizatori să poată transmite simultan informații în rețea, datele trebuie fragmentate în unități mai mici și mai ușor de manevrat. Aceste unități sunt numite pachete sau cadre.

Pachetele reprezintă unitatea de bază a comunicațiilor în rețea. Dacă datele sunt fragmentate în pachete, transmisiile individuale vor fi accelerate, astfel încât fiecare calculator din rețea va avea mai multe ocazii de a transmite și recepționa date. La calculatorul țintă (destinatar), pachetele sunt preluate și reasamblate în ordinea corespunzătoare, pentru a readuce datele la forma inițială.

Atunci când sistemul de operare în rețea al calculatorului emițător fragmentează datele în pachete, el adaugă fiecărui cadru informații de control. În acest fel se creează posibilitatea:

- Transmiterii datelor originale, dezasamblate în unități mai mici.
- Reasamblării datelor în ordinea corespunzătoare, la destinație.
- Verificării eventualelor erori, după reasamblarea datelor.

#### Crearea pachetelor

Procesul de creare a pachetelor începe la nivelul Aplicație al modelului OSI, acolo unde sunt generate datele. Informația care urmează a fi transmisă în rețea pornește de la nivelul Aplicație și „coboară” prin toate cele șapte niveluri.

La fiecare nivel, datelor le sunt adăugate informații referitoare la nivelul respectiv. Aceste informații se adresează nivelului echivalent de pe calculatorul receptor. De exemplu, informațiile adăugate de nivelul Legătură de date din calculatorul sursă vor fi citite de nivelul Legătură de date din calculatorul receptor.

La nivelul Transport, blocul de date inițial este fragmentat în pachete. Structura pachetelor este determinată de protocolul folosit de cele două calculatoare.

Atunci când pachetele ajung la nivelul Transport, se adaugă informații referitoare la succesiunea datelor, care vor preciza calculatorului receptor modul de reasamblare a datelor din pachete.

Atunci când pachetele trec și de nivelul Fizic, fiind transferate pe cablu, ele conțin informații despre fiecare din celelalte șase niveluri.

#### Adresarea pachetelor

Majoritatea pachetelor din rețea sunt adresate unui anumit calculator. Fiecare placă de rețea „vede” toate pachetele transmise pe segmentul său de cablu, însă atenționează (întrerupe) calculatorul doar în cazul în care adresa pachetului corespunde cu adresa sa. În afară de acest tip de adresare, mai poate fi folosită și o adresă de difuzare (broadcast). Pachetele transmise cu o adresă de difuzare sunt în atenția tuturor calculatoarelor din rețea.

## Dirijarea pachetelor

Componentele de rețea folosesc informațiile de adresă din pachete pentru a dirija pachetele către destinațiile corespunzătoare sau pentru a le opri să ajungă în alte locuri.

Următoarele două funcții joacă un rol important în dirijarea corectă a pachetelor:

- Retransmiterea pachetelor – Calculatoarele pot transmite un pachet de date către o altă componentă de rețea, pe baza adresei din antetul pachetului.
- Filtrarea pachetelor – Această funcție se referă la selecția anumitor pachete pe baza unor criterii, cum ar fi adresa.

## Formatul cadrelor

Inceput cadru	Adresa destinației	Adresa sursei	Lungime (sau tip)	Date	Camp de completare	Suma control	Sfarsit cadru (uneori)
------------------	-----------------------	------------------	----------------------	------	-----------------------	-----------------	---------------------------

Începutul cadrului sau preambulul este de obicei de 8 octeți fiecare octet conținând șablonul de biți 10101010. Codificarea Manchester a acestui șablon furnizează o undă dreptunghiulară de 10 MHz timp de 6,4  $\mu$ s pentru a permite ceasului receptorului să se sincronizeze cu cel al emițătorului. Ceasurile trebuie să rămână sincronizate pe durata cadrului, folosind codificarea Manchester pentru a detecta granițele biților.

Cadrul conține două adrese, una pentru destinație și una pentru sursă, pentru standardul în bandă de bază de 10Mbps folosesc numai adrese pe 6 octeți.

Câmpul tip specifică procesul căruia îi este destinat cadrul. Altfel spus identifică protocolul de nivel rețea folosit. Dacă este folosit câmpul lungime atunci sfârșitul de cadru nu mai este necesar din pricina faptului că acest câmp lungime precizează exact câți octeți mai sunt până la sfârșitul cadrului.

Apoi urmează datele, până la 1500 de octeți (această valoare a fost limitată de faptul că la data creării standardelor memoria RAM era f. scumpă).

În afara faptului că există o lungime maximă a cadrelor, există și o lungime minimă a cadrelor, pentru a facilita distingerea cadrelor valide de reziduuri (cele provenite în urma coliziunilor). Standardul Ethernet cere ca toate cadrele valide să aibă cel puțin 64 de octeți.

Dacă porțiunea de date dintr-un cadru este mai mică decât lungimea minimă acceptată este folosit câmpul de completare.

Suma de control este un cod de dispersie pe 32 de biți a datelor, fiind de fapt un număr rezultat dintr-un calcul matematic efectuat cu datele din pachet la calculatorul sursă. Atunci când pachetul ajunge la destinație, se reface calculul. Dacă rezultatele sunt identice, înseamnă că datele din pachet au rămas intacte. Dacă rezultatul de la destinație diferă de rezultatul de la sursă, înseamnă că datele au fost alterate (s-au modificat pe parcursul transmisiei datorită zgomotului de pe cablu). În acest caz, trebuie semnalizat calculatorului sursă faptul că trebuie să retransmită datele.

Există trei modalități importante de a calcula această sumă de control:

1. cyclic redundancy check (CRC) – se fac calcule polinomiale asupra datelor
2. paritate bidimensională – se adună un bit care face ca o secvență de 8 biți să aibă un număr par sau impar de valori 1
3. Internet checksum – se adună valoarea tuturor biților dată

**CRC** Codurile polinomiale sunt bazate pe tratarea șirurilor de biți ca reprezentări de polinoame cu coeficienți 0 și 1.

$$\text{Ex.: } 110001 = x^5 + x^4 + x^0$$

Va fi folosită aritmetica polinomială de tipul modulo 2, în care nu există transport la adunare și nici împrumut la scădere. Se va folosi un polinom generator  $G(x)$  care are atât bitul cel mai semnificativ cât și cel mai puțin semnificativ 1. Ideea este de a se adăuga la sfârșitul unui cadru a cărui polinom este notat  $M(x)$  un număr de biți a.î.

$M(x) : G(x)$ .

Algoritmul pentru calculul sumei de control va fi următorul:

- Fie  $r$  gradul lui  $G(x)$ . Se adaugă  $r$  biți de 0 la capătul mai puțin semnificativ al cadrului așa încât acesta va corespunde polinomului  $x^r M(x)$ .
- Se împarte șirul de biți ce corespund lui  $G(x)$  într-un șir de biți corespunzător lui  $x^r M(x)$ , utilizând împărțirea modulo 2.
- Se scade restul (care are întotdeauna  $r$  sau mai puțini biți) din șirul de biți corespunzător lui  $x^r M(x)$ , utilizând scăderea modulo 2. Rezultatul este cadrul cu suma de control ce va fi transmis (acesta este divizibil modulo 2 cu  $G(x)$ ).

Exemplu:

Cadru: 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1  
Generator: 1 0 0 1 1  
Mesaj după adăugarea a 4 biți de 0: 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0

$$\begin{array}{r|l} 11010110110000 & 10011 \\ \hline 10011 & \\ \hline 10011 & \\ 10011 & \\ \hline 00001 & \\ \hline \dots\dots\dots & \\ \hline 1110 & = \text{Rest} \end{array}$$

Cadru transmis: 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0

Anumite polinoame au devenit standarde internaționale. Cel folosit de IEEE 802 este:

$$x^{32}+x^{26}+x^{23}+x^{22}+x^{16}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^8+x^7+x^5+x^4+x^2+x^1+1$$

Pe măsură ce o companie se dezvoltă, rețeaua acesteia se extinde, ajungând până la urmă să nu mai facă față sarcinilor, acest lucru se întâmplă din pricina faptului că fiecare topologie și arhitectură de rețea are propriile sale limite.

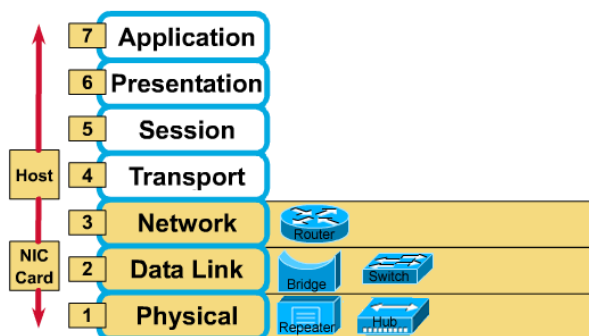
Rețeaua va avea mai mulți utilizatori care vor partaja fișiere de dimensiuni mari, vor accesa fișiere de pe servere, sau se vor conecta la Internet.

Atunci când operațiile de tipărire necesită un timp îndelungat de așteptare (imprimantă partajată), sau aplicațiile care generează un trafic intens răspund din ce în ce mai greu, devine evident faptul că trebuie făcut ceva pentru îmbunătățirea performanțelor. Apare ceea ce se numește congestie care se manifestă prin timpi de răspuns mai mari, transferuri de fișiere mai lungi, întârzieri.

Există anumite componente pe care un administrator de rețea le poate instala cu scopul de a extinde o rețea, a reuni două sau mai multe rețele LAN separate sau a segmenta o rețea LAN existentă astfel încât fiecare segment să devină o rețea LAN separată. Principalul motiv pentru a segmenta un LAN este de a izola traficul între segmente și de a obține mai multă lățime de bandă pentru fiecare utilizator prin crearea unor domenii de coliziune mai mici (=> decongestionarea rețelei).

Componentele folosite sunt:

- Repetoare + huburi
- Bridge-uri + switch-uri
- Routere
- Porți de interconectare



## Repetoare

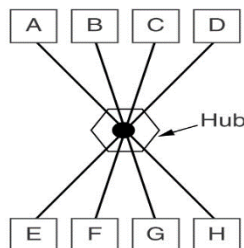
Pe măsură ce semnalul traversează cablul, el se degradează și este distorsionat, acest proces purtând numele de atenuare. În cazul în care cablul este destul de lung atenuarea va face ca semnalul să devină de nerecunoscut. Un repetor este un dispozitiv analogic care conectat între două segmente de cablu permite transportarea semnalului pe o distanță mai mare în ambele direcții, regenerând semnalele din rețea și retransmițându-le pe alte segmente.

Repetoarele sunt dispozitive având un singur port de intrare și un singur port de ieșire. Acestea pot transfera pachetele de pe un mediu fizic pe altul atunci când repetorul este astfel construit astfel încât să accepte mai multe tipuri de conexiuni fizice. Acest transfer se poate face doar dacă cele două medii folosesc aceeași metodă de acces.

Repetoarele funcționează la nivelul Fizic al modelului OSI (înțeleg doar tensiuni electrice) și reprezintă cea mai ieftină metodă de a extinde o rețea, folosirea lor fiind indicată atunci când apare necesitatea extinderii rețelei, însă traficul generat de fiecare segment nu este foarte mare, iar costurile au o pondere importantă în luarea deciziei.

Atunci când se folosesc repetoare pentru extinderea segmentelor LAN-urilor trebuie ținut cont de regula 5-4-3 care spune că se pot conecta doar 5 segmente folosind patru repetoare dar numai trei dintre aceste segmente pot avea calculatoare pe ele.

Unele repetoare multiport acționează ca și **concentratoare (hub)**. Concentratorul este componenta centrală a unei rețele cu topologie stea, deci va avea mult mai multe cabluri conectate decât un repetoar. Principalul avantaj al unei rețele care folosește o topologie de tip stea este faptul că atunci când un cablu va fi întrerupt, restul rețelei va continua să funcționeze la parametrii normali. Rolul unui concentrator (hub) este acela de a regenera și retransmite semnale, la fel ca și repetoarele. Concentratorul este o caseta mica, cu mai multi conectori de cablu pe ea. Fiecare calculator din retea se conectează la concentrator, prin intermediul conectorilor de cablu.



Concentratoarele permit extinderea rețelelor și folosirea mai multor tipuri de cabluri. Există mai multe tipuri de concentratoare.

- Concentratoare active – regenerează și retransmit semnalele
- Concentratoare pasive – acționează doar ca puncte de conectare
- Concentratoare hibride – la care se pot conecta diferite tipuri de cabluri



### Punți (bridge-uri)

Asemeni repetoarelor, o punte poate uni două segmente sau rețele locale de mici dimensiuni (grupuri de lucru). O punte poate diviza rețeaua în două rețele separate prin izolarea traficului – o punte va împiedica „inundarea” segmentelor cu date care nu sunt destinate calculatoarelor de pe acele segmente (deci îmbunătățește performanțele celor două rețele pe care le leagă).

Punțile lucrează la nivelul Legătură de Date (Data Link) al modelului OSI. Din această cauză, toate informațiile de la nivelurile superioare ale modelului OSI le sunt inaccesibile și ca urmare nu disting tipul de protocol folosit.

Punțile transferă așadar orice tip de protocol în rețea folosindu-se de adresa MAC (Media Access Control) a calculatoarelor putând chiar să conecteze segmente de rețea diferite, aici referirea făcându-se atât la tipul rețelei (Ethernet, Token Ring, FDDI etc) cât și la mediile fizice folosite pentru comunicare.

O punte de nivel MAC:

- Controlează tot traficul din rețea
- Verifică adresele sursă și destinație ale fiecărui pachet
- Generează o tabelă de rutare pe măsură ce informațiile devin disponibile
- Transferul pachetelor se face în modul următor:
  - dacă destinația nu se regăsește în tabela de rutare, puntea transmite către toate segmentele
  - dacă destinația apare în tabela de rutare (aflată în memoria ei RAM), puntea transferă pachetele pe segmentul respectiv (cu excepția cazului când destinația se află pe același segment cu sursa => are loc segmentarea rețelei, ceea ce nu se întâmplă în cazul repetoarelor)

! Această tabelă de rutare este construită dinamic puntea având acces la adresele sursă și destinație a fiecărui pachet.

Așadar punțile au toate caracteristicile unui repetoar, conectează două segmente și regenerează semnalul la nivel de pachet. Principalul dezavantaj pe care îl prezintă (ca și repetoarele de altfel) este că transferă pachete cu destinații necunoscute (mesaje de difuzare) ceea ce conduce la așanumitele „avalanșe”.

Pentru a lega două segmente de cablu este necesară o singură punte. În situația în care două rețele LAN se află la distanță mare una de alta ele se pot uni prin folosirea a două punți la distanță conectate prin modemuri sincrone pe o linie telefonică dedicată.

### Comutatoare (switch-uri)

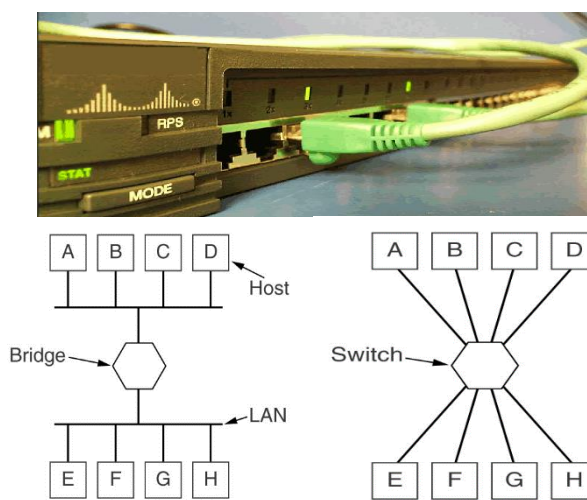
Comutatoarele sunt similare cu punțile deoarece amândouă lucrează tot la nivelul Legătură de Date și rutează cadre pe baza adreselor MAC. Principala diferență fiind că switch-ul (comutatorul) este folosit pentru a conecta calculatoare individuale nu segmente de rețea ( => topologie de tip stea).

Switch-ul este un echipament care seamănă ca aspect cu un hub ce se folosește în rețelele de trafic mare de date și poate gestiona mai multe legături deodată. Are mai multe porturi și se comportă ca o punte multiplă, iar deoarece fiecare port se află în propriul domeniu de coliziune, comutatoarele nu pierd niciodată cadre din pricina coliziunilor.

Switch-urile lucrează full-duplex adică pot trimite și primi date în același timp.

Diferența dintre un hub și un switch este una de ordin funcțional: switch-ul ia decizii funcție de adresele MAC cu privire la transmiterea cadrelor pe când huburile nu iau decizii de loc. Datorită acestor decizii datele vor fi comutate, vor lua drumul portului la care calculatorul host țintă este conectat => o rețea mult mai eficientă. (Hubul transmite datele pe toate porturile, iar calculatoarele host care le primește vor trebui să decidă ele dacă să accepte sau să refuze aceste date).

Un bridge se mai diferențiază de un switch și prin faptul că comutarea este făcută prin software pe când la switch-uri aceasta este făcută prin hardware (este mult mai rapidă).



Există mai multe tipuri de switch-uri:

- **Store-and-forward.** Întregul cadru este primit înainte de a-l trimite din nou pe cablu; detecția erorilor este foarte bună deoarece este destul timp de calcul însă aceste switch-uri sunt mai lente
- **Cut-through.** Switch-ul citește adresa destinației și începe a trimite pe cablu informația primită înainte de a primi întregul cadru detecția erorilor nu este foarte bună însă crește viteza simțitor; există 2 variații al acestui tip de switch
  - **Fast-forward switching.** Varianta obișnuită
  - **Fragment-free switching.** Se filtrează în plus și nu se mai retransmit în rețea fragmentele decedate provenite din coliziuni (cele mai mici de 64 bytes).

## Router

Routerul este primul dispozitiv care lucrează la nivelul Rețea al modelului OSI, deci va lua decizii cu privire la transmisia datelor prin analiza adreselor de rețea nu a adresei MAC cum făceau bridge-urile sau switch-urile. Ele au devenit backbone-ul Internet-ului deoarece folosesc protocolul IP și în plus pot conecta diferite tehnologii de rețea.

Scopul unui router este de a examina pachetele (datele de nivel 3) și de a alege cea mai bună rută de-a lungul rețelei către destinația acestora. El folosește o tabelă de rutare care este configurată automat sau manual.

## Întrebări de control:

1. Enumerați funcțiile fiecărui nivel al modelului OSI
2. Care sunt tipurile echipamentelor de rețea și ce funcții realizează fiecare echipament?
3. La care nivel al modelului OSI se atribuie fiecare tip de echipament de rețea numit de Dumneavoastră?