

# **Tema 1. ASPECTE GENERALE PRIVIND REȚELELE DE CALCULATOARE**

*Tema are ca scop cunoașterea unor noțiuni și concepte de bază privind construcția și funcționarea rețelor de calculatoare ca sisteme deschise interconectate. Sunt definite conceptele de rețea de calculatoare, topologia și arhitectura unei rețele, modele arhitecturale stratificate de rețea și rolul lor în descrierea funcționării unei rețele, protocoale și servicii de rețea.*

*După parcurgerea și însușirea acestei teme, studentul va cunoaște:*

- ***Ce este o rețea de calculatoare și care sunt elementele constitutive de bază***
- ***Clasificarea rețelor și tipuri de rețea***
- ***Ce sunt arhitectura și topologia unei rețele și exemple uzuale***
- ***Descrierea modelelor arhitecturale ISO-OSI, TCP-IP***
- ***Rolul fiecărui nivel arhitectural***
- ***Ce este un protocol de rețea și exemple de protocoale uzuale***
- ***Importanța și utilitatea standardizării în domeniul rețelor***

*Materialul trebuie parcurs în ordinea sa firească prezentată în continuare, inclusiv în porțiunea referitoare la aplicații. Se recomandă conspectarea și notarea ideilor principale și consultarea Internetului pentru detalii și informații suplimentare.*

*Timpul minim pe care trebuie să-l acordați acestui modul este de 6 ore.*

## **Cuprins:**

- 1.1 Ce este o rețea de calculatoare? Componente de rețea
- 1.2 Servicii oferite de rețea
- 1.3 Clasificarea rețelor
- 1.4 Verdere generaă a unei rețele de calculatoare
- 1.5 Aspecte soft ale rețelor
  - 1.5.1 Softuri și protocoale
  - 1.5.2 Sisteme de operare de rețea
- 1.6 Modele pentru arhitecturi de rețea
- 1.7 Aspecte generale privind protocoalele
- Întrebări de control
- Probleme propuse
- Chestionar cu răspunsuri multiple

***Cuvinte cheie: protocol, arhitectură de rețea, model ISO-OSI, sistem de operare, LAN, WAN, MAN, interfață, primitivă de serviciu, rutare, SONET, SDH, ATM***

## 1.1 Ce este o rețea de calculatoare?

**O rețea de calculatoare este o colecție de echipamente de calcul și de comunicații interconectate prin intermediul unor medii de comunicație, funcționând pe baza unor seturi de reguli sau protocoale, în scopul asigurării unor servicii legate de transmiterea și prelucrarea informației.**

Rețelele de calculatoare sunt stâns legate de tehnologiile de transmitere a datelor, fapt pentru care se poate vorbi de **conceptul de rețele de comunicații și calculatoare**. Acestea crează un mediu comun pentru un număr mare de utilizatori, resurselor fizice (hardware ) și logice (software), facilitând schimbului de informații și accesul la resurse.

### Principalele componente ale unei rețele:

O rețea de calculatoare cuprinde o mulțime de resurse hardware și software interconectate și configurate astfel încât să funcționeze împreună într-un sistem unitar, capabil să realizeze diverse servicii de rețea, destinate unor utilizatori publici sau privați.

#### Principalele componente sunt:

1. **echipamentele de generare, stocare și prelucrare a datelor** (calculatoare, stații de lucru, servere, imprimante, diverse terminale de date, );
2. **echipamente de comunicații de date** (emițătoare și receptoare de date – transceivere), echipamente de comutație (switchuri, rutere, comutatoare), canalele de comunicație realizate pe diverse medii (linii cu fir, cabluri electrice, medii optice, medii radio, pe satelit).
3. **Programe, aplicații și și alte produse software** care implementează seturi de protocoale necesare realizării aplicațiilor și serviciilor de rețea, inclusiv asigurarea protecției și siguranței informațiilor transmise prin rețea.

Astfel există **software pentru transmiterea datelor**, pentru **comutarea pachetelor sau fluxurilor de date**, pentru **administrarea rețelei**, pentru **protecție și securitate datelor**, etc.

În general, aceste produse soft sunt integrate într-un **sistem de operare de rețea (NOS – Network Operation System)**

## 1.2 Servicii oferite de rețea

- **partajarea accesului la resursele hardware** (imprimante, modemuri, scanere, HDD, FDD, CDROM, unități de bandă conectate la un PC din rețea sau echipamente conectate direct în rețea).

- **partajarea accesului la resursele software** (software-ul poate fi instalat centralizat și se poate restricționa accesul anumitor membri ai rețelei la un produs software).

- **păstrarea informațiilor** – soluții de backup, una din sarcinile foarte importante ale unui administrator de rețea.

- **protejarea informațiilor** (mult mai bine asigurată decât la un calculator izolat, rețeaua oferind mai multe niveluri de securitate). Fiecare utilizator are un cont personal protejat prin parolă, ce permite serverului să recunoască doar utilizatorii avizați.

- **poșta electronică** (e-mail).

- **acces la surse de informații și baze de date** aflate oriunde în lume

- **servicii de mesagerie, forumuri de discuții**

- **servicii de videoconferință**

- **acces la programe de divertisment** (muzică, filme, călătorii virtuale)

- **servicii de plăți on line** (e-banking), de comerț electronic (e-commerce),

- **învățământ și instruire la distanță** (e-learning)

- **grupuri de lucru**, cercetare, proiectare, dezvoltare de programe și produse

- **alte schimburi de informații** pe diverse teme, subiecte, domenii etc.

## 1.3 Clasificarea rețelelor

### 1. După aria de întindere:

- **rețele locale (LAN-uri)** cu zeci sau sute de calculatoare răspândite pe o arie de sute de metri, la nivelul unui birou, unei clădiri, unei societăți.
- **rețele de arie medie (MAN-uri)** care interconectează abonați sau rețele locale răspândite la nivelul unui oraș
- **rețele de arie largă (WAN-uri)** cu întindere la nivel regional, național sau chiar internațional

### 2. După topologie:

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| - de tip stea       | - de tip arbore     |
| - de tip magistrală | - grătar            |
| - de tip inel       | - topologie compusă |

**3. După raportul în care se află entitățile care folosesc rețeaua:**

- rețele de tip client server
- rețele egal la egal

**4. După modul de conectare a abonaților:**

- rețele punct la punct
- rețele multipunct
- rețele broadcast

**5. După tehnica de transmitere a datelor**

- orientate pe conexiune
- neorientate pe conexiune

**6. După gradul de agregare a datelor:**

- rețele de acces/distribuție
- rețele de transport (backbone, core)

**7. După sistemul de operare de rețea folosit:**

- rețele Windows
- rețele Novell
- rețele IBM

**8. După destinație:**

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| - rețele casnice      | - rețele bancare      |
| - rețele de campus    | - rețele educaționale |
| - rețele de cercetare |                       |

**9. După gradul de securizare a datelor:**

- rețele securizate
- rețele nesecurizate

**10. După mediul de conectare:**

- rețele cablate
- rețele necablate (wireless)

## 1.4 Vedere generală a unei rețele de comunicații și calculatoare

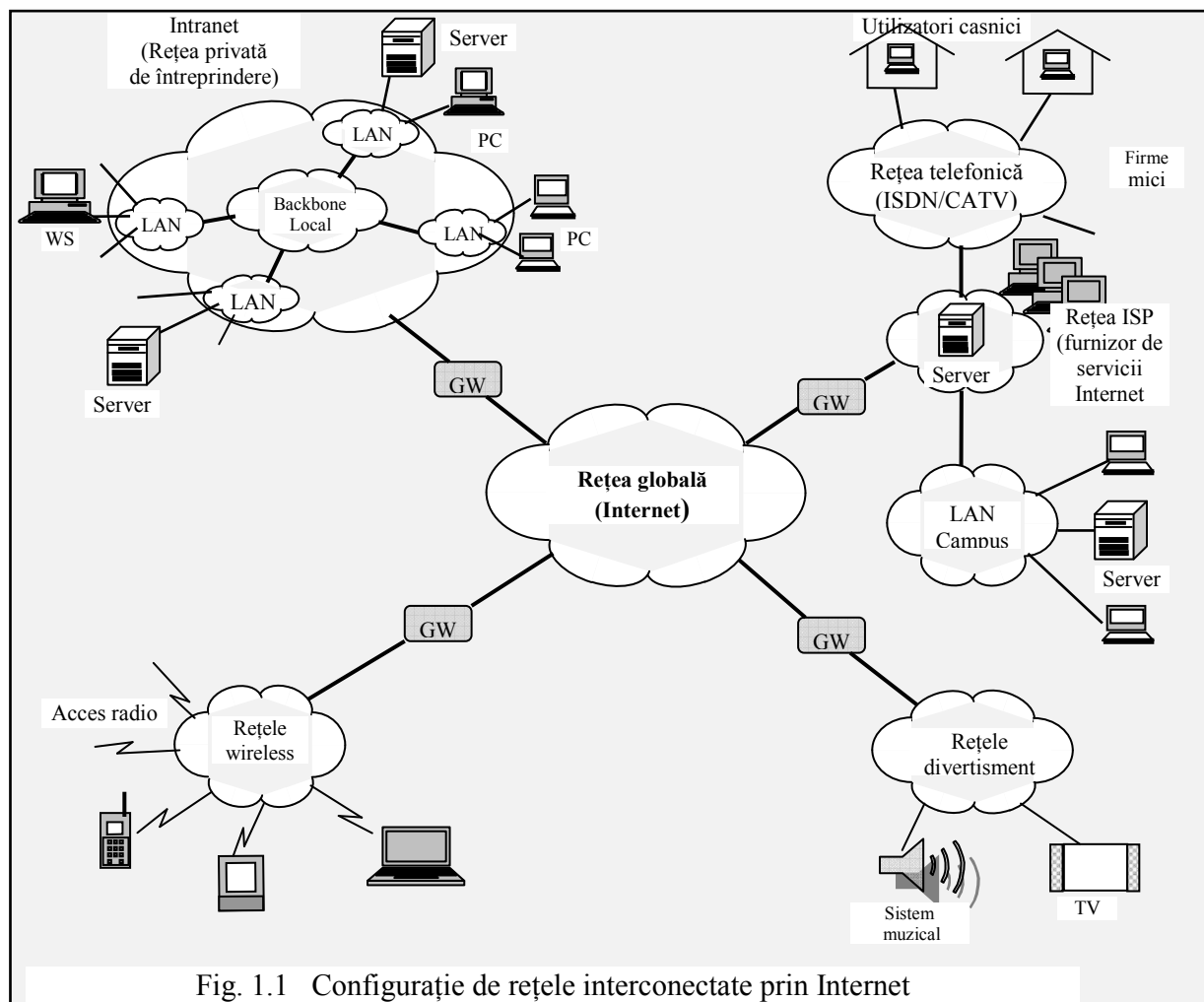


Fig. 1.1 Configurație de rețele interconectate prin Internet

O **structura generală a unei rețele mari**, alcătuită din multe rețele și subrețele, interconectate (fig. 1.1.) Este de remarcă diversitatea mare de tipuri de rețele, de utilizatori și de nevoi de servicii care trebuie asigurate.

În general o rețea mare este structurată pe trei nivele:

1. **Rețeaua de acces** care asigură accesul abonaților individuali la o rețea mare.
2. **Rețeaua de distribuție** care interconectează rețelele de acces
3. **Rețeaua de transport** (backbone, core) care interconectează rețelele de distribuție

## Topologii de rețea

Prin **topologia** unei rețele se înțelege structura de vecinătăți a echipamentelor, modul în care sunt ele interconectate în rețea.

Topologiile de bază sunt: **stea**, **magistrală**, **grătar** și **arbore**. Din combinarea acestora pot rezulta **topologii compuse**.

Trebuie reținut că se poate face deosebire între **topologie fizică** și **topologie logică**.

În figura 1.2 se poate vedea implementarea unei topologii logice inel peste o topologie fizică stea. În fig. 1.3 se poate vedea cum o topologie fizică bus (liniară) poate fi privită logic ca o topologie stea.

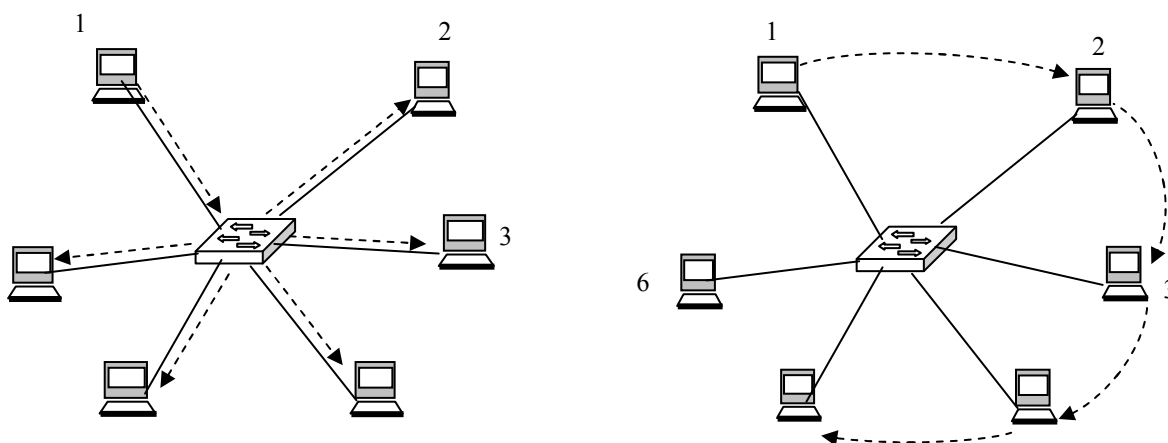


Fig. 1.2 a) Topologie fizică stea b) topologie logică inel realizată peste o topologie fizică stea

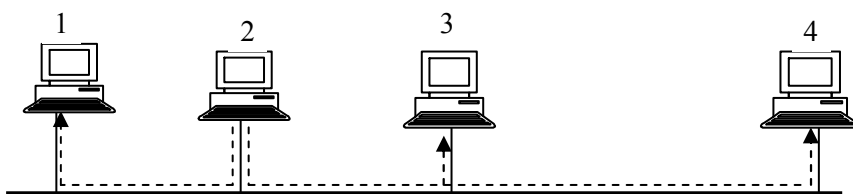


Fig. 1.3 Topologie logică stea implementată peste o topologie fizică liniară

## 1.5 Aspecte soft ale rețelor

### 1.5.1 Softuri și protocoale

Programele soft de rețea sunt în prezent structurate și ierarhizate pe nivele. Acest mod de abordare reduce complexitatea proiectării lor și permite o tratare unitară a lor indiferent de tipuri, dimensiuni, tehnologii folosite etc. Numărul de nivele sau straturi, conținutul și funcțiile lor, diferă de la o rețea la alta. Cazul cel mai general este **modelul de referință ISO-OSI** cu 7 nivele.

Scopul fiecărui nivel este să ofere servicii nivelului superior, bazându-se pe funcții proprii și pe serviciile nivelului imediat inferior. Nivelul  $n$  de pe o mașină comunică cu nivelul  $n$  de pe mașina corespondentă între care se face transfer de date. Regulile de conversație de pe un nivel  $n$  sunt cunoscute ca **protocol de nivel  $n$** .

**Protocolul reprezintă un set de reguli prin care entitățile egale, situate pe aceleași nivele, comunică între ele (comunicare în sens logic). În realitate, datele sunt transmise în mod fizic pe nivel cel mai de jos, mediul fizic.**

Un set ierarhic de protocoale care face posibilă transmiterea datelor între două calculatoare formează **stiva** sau **suita de protocoale** pe baza cărora funcționează o rețea.

**Mulțimea de niveluri și protocoale precum și modul de implementare concretă a acestora pe baza căreia funcționează o rețea este numită arhitectură de rețea.**

Fiecare nivel din stiva ierarhică asigură servicii pentru nivelul superior și folosește, la rândul său, servicii furnizate de nivelul inferior. De exemplu, nivelul rețea (nivelul 3 din ierarhia OSI) se ocupă cu dirijarea pachetelor în rețea de la sursă până la destinație, asigurând nivelului superior, nivelul transport, o legătură sigură cap la cap, indiferent de ruta sau rutele urmate de pachetele individuale care compun un mesaj.

La rândul său, nivelul 3 beneficiază de serviciile nivelului 2, legătură de date, care are drept scop transmiterea corectă, fără erori, a blocurilor de date între două noduri (sau rutere) vecine din rețea.

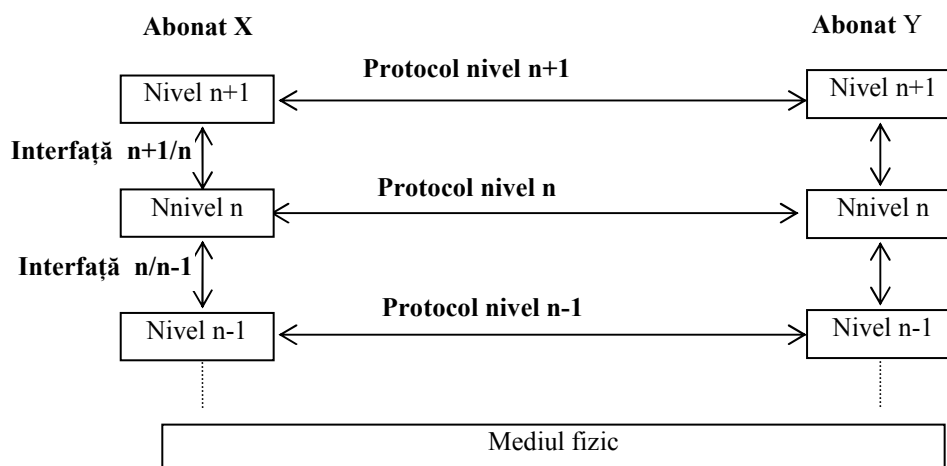


Fig. 1.4 Structurarea pe nivele a legăturii dintre doi abonați

## Primitive de serviciu

Un serviciu este specificat printr-o serie de operații sau acțiuni numite **primitive**, care trebuie executate în cadrul unui protocol.

Primitivele reprezintă un schimb de informații între nivelele adiacente (schimb de informații pe verticală în modelul stratificat).

Setul de primitive depinde de serviciul oferit. Pentru un serviciu cu confirmare există 4 tipuri generice de primitive:

1. **Cerere (request)** prin care un nivel superior solicită efectuarea unui serviciu de către un nivel inferior.
2. **Indicație (indication)** care reprezintă o notificare de la un nivel inferior spre unul superior despre apariția unui eveniment
3. **Răspuns (response)** care este răspunsul la o cerere.
4. **Confirmare (acknowledgement)** reprezentând un mesaj al nivelului inferior spre cel superior pentru a preciza rezultatele unei cereri.

Setul de servicii oferite de nivelul N definește o **interfață abstractă** între nivelele N și N+1. Ea descrie **semantica interacțiilor** dintre cele două nivele.

Punctele prin care se accesează serviciile se numesc **puncte de acces la servicii de nivel N (N SAP)**. O **interfață concretă** oferă specificații electrice, mecanice, de conectare, definește un program soft (procedură) care trebuie executată pentru obținerea serviciului dorit.

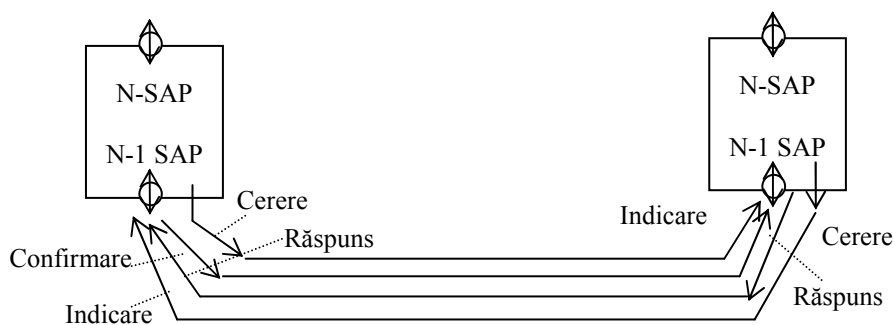


Fig. 1.5 Perechile de primitive la un serviciu cu confirmare

## Relația dintre servicii și protocoale

Serviciile și protocoale sunt concepte distincte, deși adesea se confundă.

**Un serviciu** este un set de primitive (acțiuni) pe care un nivel le furnizează nivelului superior. El precizează numai ce operații este pregătit a le realiza pentru utilizatorii lui, dar nu spune nimic despre modul în care sunt implementate ele.

**Un protocol** este un set de reguli care descriu formatul și semnificația cadrelor, pachetelor sau mesajelor pe care le schimbă între ele entitățile pereche de pe fiecare nivel. Protocoalele implementează serviciile, dar nu sunt vizibile pentru utilizatorul serviciului.



### 1.5.2 Sisteme de operare de rețea

**Software-ul de operare de rețea (NOS-Network Operating System) este o componentă majoră a unei rețele de calculatoare și este destinat gestionării resurselor, aplicațiilor de rețea și a utilizatorilor. El face posibil ca o rețea să funcționeze unitar, coerent și sigur, ca un sistem integrat.**

La începutul dezvoltării tehnologiilor IT se făcea deosebire clară între sistemele de operare de tip desktop destinate stațiilor de lucru individuale și sistemele de operare de rețea. În prezent aproape toate sistemele de operare pentru stații de lucru individuale au componente puternice de integrare și funcționare în rețea.

Cele mai răspândite sisteme de operare de rețea în momentul de față sunt:

- **Windows - Windows 2003 Server, Windows Server 2008**
- **Novell Netware – Netware 3.12, Intranetware 4.11, Netware 5.0 și 5.1**
- **UNIX – HP-UX, Sun Solaris, BSD, SCO**
- **Linux – RedHat, Caldera, Debian, Slackware**

În mod tradițional, sistemele de operare de rețea erau împărțite în două mari categorii de produse:

- **Sisteme de operare de rețea peer-to-peer**, cunoscute ca rețele LAN ieftine, oferind o instalare ușoară și servicii de fișiere și imprimare pentru grupuri mici de lucru sau departamente;
- **Sisteme de operare de rețea client-server** oferind capacități puternice, inclusiv suport pentru lucru a sute de utilizatori și posibilitatea de a interacționa cu alte sisteme de operare de rețea prin intermediul gateway-urilor.

Familia **Windows Server 2003** a fost lansată în aprilie 2003. Este primul sistem de operare de tip server care conține Microsoft.NET și ofera o stabilitate superioară și nivel de securitate îmbunătățit. Acesta a fost lansat în 4 versiuni:

- **Windows Server 2003 Web Edition**
- **Windows Server 2003 Standard Edition.**
- **Windows Server 2003 Enterprise Edition**
- **Windows Server 2003 Datacenter Edition**

În anul 2008 a fost lansat Microsoft **Windows Server 2008**. Acesta este cel mai avansat sistem de operare Windows Server de până acum, conceput să stea la baza următoarei generații de rețele, aplicații și servicii Web.

### 1.6 Modele pentru arhitecturi de rețele

Structurarea pe nivele funcționale a arhitecturii rețelelor de calculatoare se poate face după mai multe modele. Cele mai cunoscute sunt **modelul de referință ISO-OSI** (ISO – OSI RM) și **modelul TCP/IP**.

Alte modele arhitecturale de rețele de calculatoare sunt: **Novell NetWare**, **Digital DECnet**, **Apple Talk**, **IBM Systems Network Architecture**.

Pentru alte rețele, în special pentru **rețelele de transport de date** se folosesc modele care detaliază doar primele trei/patru nivele, cum ar fi: modelul **ATM** (Asynchronous Transfer Mode), modelul **SDH** (Synchronous Digital Hierarchy), **modelul ISDN** (Integrated Service Digital Network), modelul arhitectural al rețelelor **GSM**.

### 1.7.1 Modelul de referință ISO-OSI

**Modelul de referință ISO-OSI** este cel mai general și a fost gândit pentru interconectarea sistemelor deschise.

**Sistemele deschise sunt sistemele care pot intercomunica unele cu altele, pot accepta tehnologii, protocoale și standarde diferite și pot rula aplicații diferite.**

Modelul ISO- OSI nu reprezintă în sine o arhitectură de rețea pentru că precizează doar serviciile care trebuie realizate, nu și protocoalele utilizate pe fiecare nivel. El spune doar ce trebuie să facă fiecare nivel, nu și cum trebuie să facă. Protocoalele de pe fiecare nivel au fost definite în timp și publicate ca recomandări sau standarde internaționale separate.

Modelul de referință ISO-OSI are 7 nivele.

#### 1. Nivelul fizic

**Nivelul fizic se ocupă cu transmiterea semnalelor numerice care reprezintă datele binare (biții) printr-un canal de comunicație.**

Nivelul fizic trebuie să asigure că atunci când la capătul unui canal de comunicație se transmite bitul "1", la celalalt capăt se recepționează tot "1", nu "0", indiferent de nivelele de tensiune sau de putere folosite, codul de linie, tipul de modulație, dacă se folosește sau nu criptarea, indiferent de conectoarele folosite, dacă transmisia este full duplex sau nu etc.

Nivelul fizic specifică interfețele mecanice, electrice, funcționale, procedurale, caracteristicile mediului de transmisie. Exemple de standarde pentru protocoale de nivel fizic sunt RS-232, RS-449/422/423, X.21 etc.

#### 2. Nivelul legătură de date

**Nivelul legătură de date** are ca scop să asigure **transmiterea corectă a datelor între două noduri consecutive din rețea** (între care nu mai există alte echipamente de prelucrare electronică a semnalelor).

Servicii oferite de nivelul LD:

1. **Detecția și corecția erorilor.** Prin aceasta, nivelul superior este eliberat de sarcina controlului erorilor, adică lui i se asigură o transmisie virtuală fără erori. Controlul erorilor presupune două lucruri: **detecția erorilor** și **corecția lor**. Ele se pot realiza prin procedee diferite.

2. **Controlul fluxului** de date pentru evitarea congestiei. Congestia în rețea poate să apară atunci când un transmițător prea rapid trimite necontrolat date unui receptor lent, care nu mai este capabil să le prelucreze în timpul disponibil.

3. **Controlul accesului la mediul de comunicație (MAC)**, ceea ce presupune stabilirea și respectarea unei discipline atunci când mai mulți utilizatori încearcă să folosească simultan un mediu comun de transmisie.

Nivelul LD trebuie să recunoască din fluxul serial de date blocuri de lungime prestabilită și să le poată prelucra din punct de vedere al controlului erorilor și al controlului congestiei. Pentru aceasta, la nivel LD se definesc **cadrele**, ca blocuri de date specifice fiecărui protocol de acest nivel.

Exemple de asemenea protocoale sunt Ethernet, Token ring, LAP-B etc.

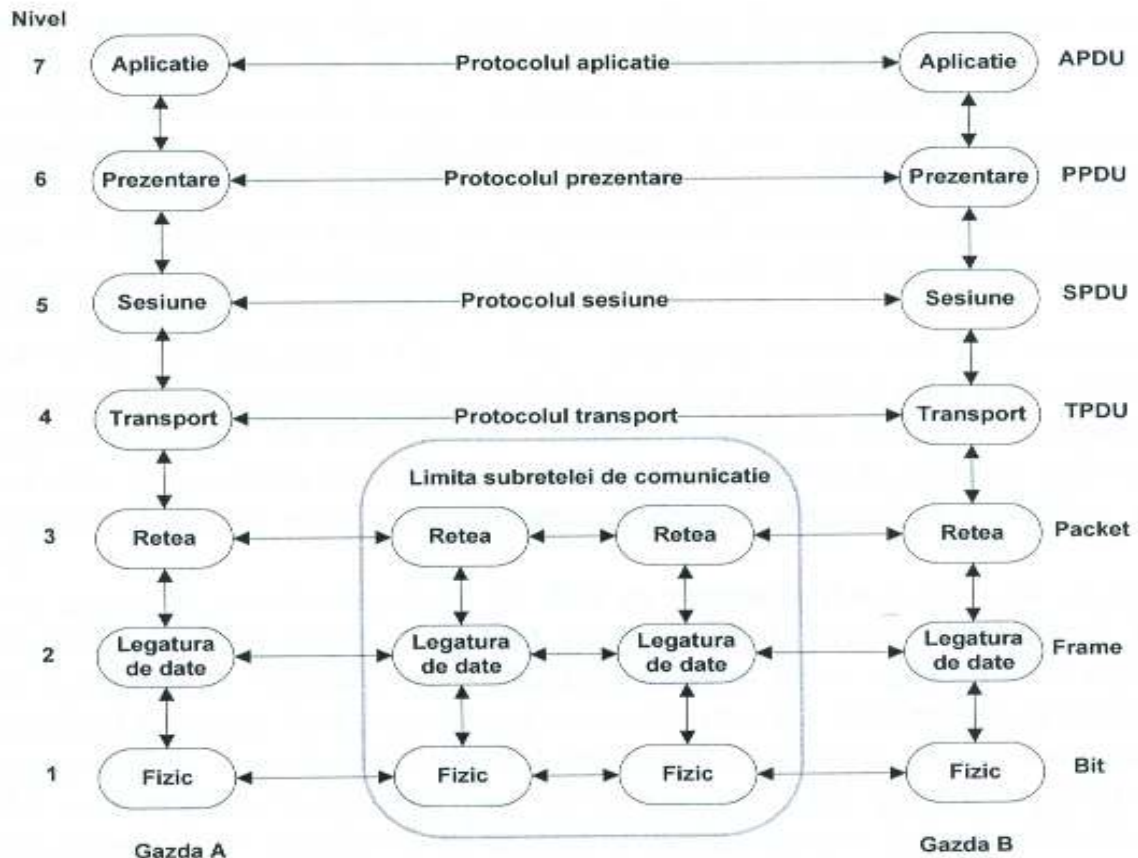


Fig. 1.6 Modelul OSI

### 3. Nivelul rețea

**Nivelul rețea** se ocupă în principal de **dirijarea pachetelor sau a fluxurilor de date prin nodurile rețelei**, de la sursă la destinație. El eliberează nivelul transport de grija de a ști cum și pe unde se face rutarea mesajelor, care sunt rutele optime de la o sursă la o destinație, ce este de făcut dacă se defectează un nod sau o linie de comunicație etc.

Echipamentele de nivel rețea trebuie să cunoască configurația întregii rețele, să poată calcula rute optime între oricare pereche sursă-destinație, să știe cum se poate ajunge de la un nod de rețea la altul și de la o rețea la alta

Printre **cele mai cunoscute protocoale** de rețea se pot menționa **X.25, IP, IPX** etc.

***O rută într-o rețea este succesiunea de noduri de rețea prin care se asigură o cale fizică între o pereche de noduri sursă-destinație.***

***Rutarea este procesul de dirijare a datelor pe o cale posibilă (alegerea căii) între o sursă și o destinație din rețea.***

### 4. Nivelul transport

**Nivelul transport** are drept scop asigurarea unui mecanism sigur pentru schimbul de date între procesele care rulează pe diferite sisteme. El asigură că mesajele se transmit în ordinea firească, în secvență și la timp, fără pierderi sau duplicări. Altfel spus el face transmisia cap la cap mai sigură.

Nivelul transport se poate ocupa și de optimizarea serviciilor de rețea, de asigurarea unui nivel cerut al serviciilor, de a interveni și a rezolva probleme care depășesc posibilitățile nivelurilor inferioare.

Cele mai cunoscute protocoale de transport sunt **TCP și UDP**.

### 5. Nivelul sesiune

**Nivelul sesiune** este mai puțin important și dezvoltat, rolul său fiind, în principal, de a asigura mecanismul de control al dialogului dintre aplicații. El se ocupă de inițierea, deschiderea, gestiunea și închiderea unei sesiuni dintre două entități care vor să comunice.

### 6. Nivelul prezentare

**Nivelul prezentare** se ocupă cu sintaxa datelor care se transmit între entitățile corespondente. Scopul este de a rezolva diferențele de format și reprezentare a datelor.

## 7. Nivelul aplicație

**Nivelul aplicație** cuprinde toate mecanismele, procesele și procedurile necesare ca o aplicație de rețea să poată accesa toate resursele de rețea necesare desfășurării ei în condiții bune, la un nivel de calitate așteptat sau negociat. Nivelul aplicație interacționează direct cu utilizatorul final pe care îl deservește. Protocoalele de nivel aplicație sunt foarte diverse și ele concretizează aplicațiile de rețea dorite de utilizatori: *FTP* pentru transferul de fișiere, *SMTP* pentru poșta electronică, *telnet* pentru conectare la un calculator aflat la distanță, *HTTP* pentru transfer de hipertext, *DNS* pentru numele de domenii pe Internet etc.

*Nivelele 1 – 4 sunt direct legate de rețeaua de transport a datelor.*

*Nivelele 5 – 7 sunt legate mai ales de utilizator, de aplicații și mai puțin de rețea.*

### 1.7.2 Modelul architectural TCP/IP

Modelul TCP/IP simplifică modelul ISO-OSI având doar 4 nivele ( primele două sunt contopite, iar nivelele sesiune și prezentare lipsesc). Modelul este dezvoltat în jurul a două protocoale fundamentale, unul la nivel rețea, IP și altul la nivel transport, TCP.

**Nivelul aplicație** se află imediat deasupra nivelului transport și conține toate protocoalele de nivel înalt (aplicație): **Telnet, FTP, HTTP** etc.

**Nivelul transport**, situat deasupra nivelului internet, este proiectat astfel încât să permită conversații între entitățile pereche sursă – destinație. Au fost definite în acest scop două protocoale cap la cap: **TCP (Transmission Control Protocol)** și **UDP (User Datagram Protocol)**.

**Nivelul rețea (internet)** care se ocupă cu dirijarea pachetelor din nod în nod este nivelul fundamental pentru întreaga arhitectură. Rolul său este de a permite gazdelor să emită pachete în orice rețea și de a face ca acestea să circule independent de la sursă până la destinație. Ordinea sosirii pachetelor nu interesează la acest nivel, deoarece rearanjarea lor se va face la nivelele superioare.

Nivelul internet definește oficial un format de pachet și un protocol numit **IP (Internet Protocol)**, cu rolul fundamental de a livra pachetele IP spre destinație.

**Nivelul gazdă-rețea** cuprinde nivelele fizic și legătură de date din modelul OSI și reprezintă o particularitate a modelului TCP/IP deoarece acesta nu spune mare lucru despre ce se află sub nivelul rețea. Se precizează doar că gazda trebuie să se conecteze la rețea folosind un protocol anume.

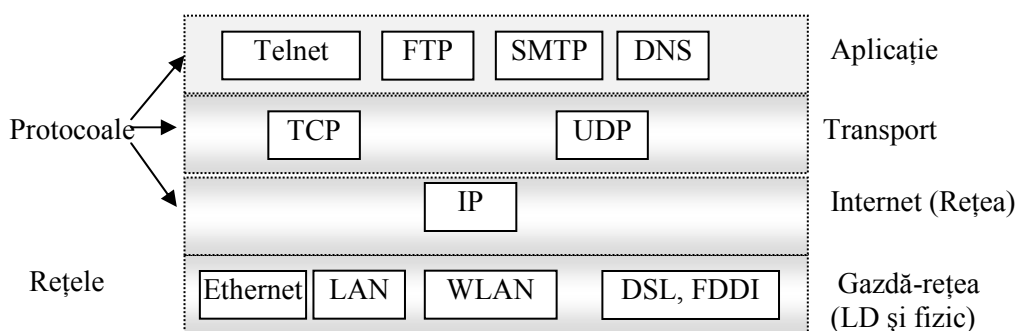


Fig. 1.7 Protocoale și rețele din modelul TCP/IP

### Lectură suplimentară: **Modelul ATM**

Rețeaua ATM (Asynchronous Transfer Mode) are propriul său model de referință, diferit și de modelul OSI și de modelul TCP/IP. El are trei nivele de bază: nivelul fizic, nivelul ATM și nivelul de adaptare ATM (AAL – ATM Adaptation Layer), peste care se pot suprapune alte nivele superioare, de la nivel rețea în sus. Nivelele ierarhice ATM conțin subnivele. Rețelele ATM sunt, în general, rețele de transport de mare viteză, care se bazează pe pachete mici, de lungime constantă (53 octeți), funcționând în modul orientat pe conexiune, destinate aplicațiilor de transfer de date cu trafic neuniform. Prin acest mod de transfer se caută soluția optimă a adaptării traficului de date cu diferite caracteristici la rețele de comunicații existente. Tehnologia ATM de transmitere a datelor este legată de conceptul de **rețele cu servicii integrate de bandă largă (B-ISDN)**.

### Arhitectura rețelelor ATM

**Nivelul fizic** se ocupă de mediul fizic: nivele de semnal, coduri de linie, adaptarea la mediul de transmisie (fibră optică, radioreleu sau cablu coaxial), sau de împachetarea celulelor în altete formate de transmisie (SONET/SDH). El are două subnivele: convergența transmisiei (TC) și subnivelul dependent de mediul de transmisie (PMD) care trebuie să asigure independența transmisiei de mediul fizic.

**Nivelul ATM** se ocupă de celule și transportul lor. Definește structura celulelor, tipurile de celule, semnificația câmpurilor, stabilirea și eliberarea circuitelor virtuale și a căilor virtuale, de controlul congestiei.

El are două subnivele: **subnivelul de convergență (CS)** și **subnivelul de segmentare și reasamblare (SAR)**.

Subnivelul CS face posibilă folosirea ATM pentru diverse servicii și aplicații: voce, transfer de fișiere, imagini fixe, video conferință, video la cerere etc, servicii care necesită transfer în timp real sau pot accepta întârzieri variabile.

**Nivelul AAL** se ocupă în principal de spargerea mesajelor în blocuri de regulă de 48 de octeți din care se vor forma celulele prin adăugarea antetului de 5 octeți la nivelul ATM, de reasamblarea mesajelor din celule.

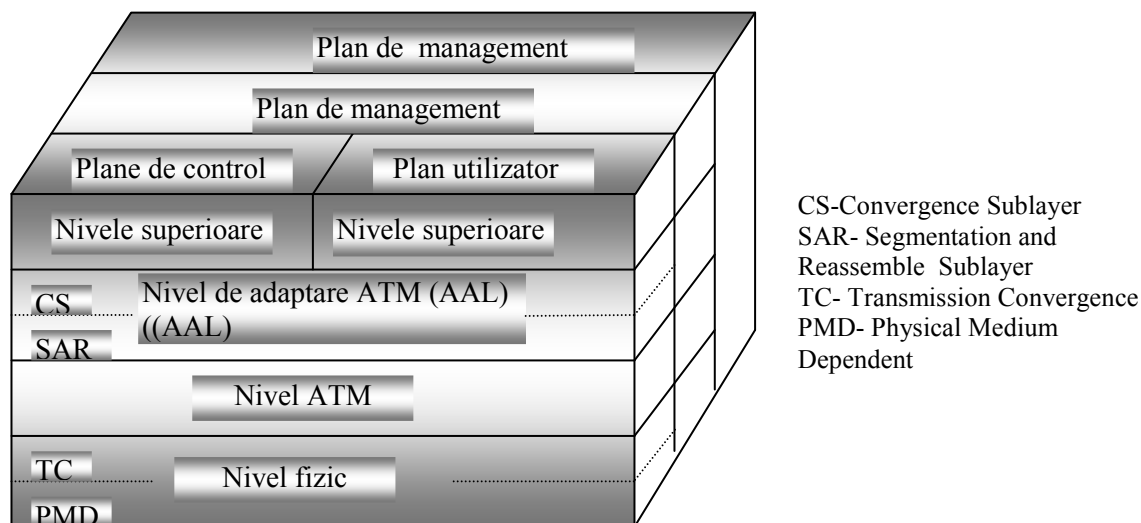


Fig. 1.8 Modelul de referință B-ISDN ATM

El are două subnivele: **subnivelul de convergență (CS)** și **subnivelul de segmentare și reasamblare (SAR)**.

Subnivelul CS face posibilă folosirea ATM pentru diverse servicii și aplicații: voce, transfer de fișiere, imagini fixe, video conferință, video la cerere etc, servicii care necesită transfer în timp real sau pot accepta întârzieri variabile.

[ARP/InARP](#) · [NDP](#) · [OSPF](#) · [Tunnels \(L2TP\)](#) · [PPP](#) · [Media Access Control \(Ethernet, DSL, ISDN, FDDI\)](#) · ATM

## 1.7 Aspecte generale privind protocoalele

Orice protocol trebuie să realizeze un **set de funcții** de rețea necesare la diferite nivele.

**1. Segmentarea și reasamblarea** La nivelul aplicație protocolul trebuie să asigure transfeul unui bloc mare de date, un mesaj. Din motive bine definite, acest bloc este segmentat în unități mai mici numite unități de date protocol (PDU). Motivele segmentării sunt diverse:

- rețeaua de comunicații lucrează mai eficient cu blocuri de date mai scurte
- tratarea erorilor este mai ușoară
- acces mai facil la canalul partajat
- întârziere mai mică de prelucrare în noduri
- memorii tampon mai mici

Există și dezavantaje ale segmentării:

- fiecare PDU necesită informație de control, deci redundanță mare la transmisie
- inundarea rețelei cu pachete multe și scurte

**2. Incapsularea (împachetarea)** Fiecare PDU de pe un nivel ierarhic trimis mai jos are atașat un antet (header) iar în cazul nivelului legătură de date și o coadă (trail) care conțin informații de control și coordonare a transmisiei:

- adrese sursă și destinație
- informație de secvențiere (număr de ordine)
- coduri pentru detecția /corecția erorilor
- controlul protocolului (informație suplimentară pentru realizarea funcțiilor protocolului)

**3. Controlul conexiunii** care depinde de modul de transfer al datelor, orientat pe conexiune sau neorientat pe conexiune. Modul orientat pe conexiune este preferat în cazul transmisiilor lungi între utilizatori stabili. El are trei faze: stabilirea conexiunii, transferul datelor și desfacerea conexiunii.

La rândul ei, cererea de stabilire a conexiunii poate fi acceptată sau refuzată. În caz de refuz ea poate fi reluată automat după un timp stabilit sau nu. Se poate stabili și un sistem de priorități în setarea conexiunilor.

**4. Controlul fluxului** este necesar pentru a limita debitul datelor transmise de emițător în cazul în care se depășesc posibilitățile de preluare a lor la recepție.

**5. Controlul erorilor** asigură protecția împotriva pierderii sau distrugerii informației de date sau de control. Majoritatea tehnicilor presupun detecția erorilor apărute prin propagare în mediul fizic urmate de proceduri de corectare sau retransmisie. În unele cazuri retransmisia poate fi activată de un contor de timp. Procedura cea mai simplă de detecție a erorilor este tehnica bitului de paritate. Există și tehnici mai sofisticate care pot detecta un anumit număr de biți eronați dintr-un cuvânt și pot face chiar și corectarea automată a lor dacă se folosesc coduri detectoare și corectoare de erori.

**6. Sincronizarea** are multe aspecte și este o problemă foarte importantă în transmisiile de date. Ea poate fi privită la nivel de bit, de cadru sau de echipament. Primele două sunt specifice rețelelor de comunicații. A treia este mai generală și se referă la faptul că două entități aflate în legătură la același nivel trebuie să fie în orice moment “conștiente” de starea celeilalte. Procedurile de sincronizare evită situațiile conflictuale în care, de exemplu, un transmițător emite date dar receptorul nu este pregătit să le primească.

**7. Secvențierea** este acea funcție a protocolului care identifică ordinea în care PDU-urile informaționale au fost trimise prin rețea pentru a le rearanja în aceeași ordine la recepție. Informația de secvențiere se înscrie într-un câmp special din antetul PDU-ului.

**8. Adresarea** este necesară pentru stabilirea legăturii sursă- destinație atât în modul orientat pe conexiune cât și în cel neorientat. În primul caz adresa permite stabilirea circuitului sau căii virtuale în faza stabilirii conexiunii, înainte de începerea transmisiei. În al doilea caz adresa este folosită pentru dirijarea pas cu pas a pachetelor prin nodurile rețelei.

**9. Multiplexarea** este o altă operație necesară la realizarea conexiunilor dintre entități. De exemplu, mai multe conexiuni de nivel aplicație (FTP, e-mil, descărcare de fișiere etc.) pot fi realizate pe aceeași conexiune de rețea, adică pe același calculator. În acest caz multiplexarea se face pe bază de **adrese de rețea** și **porturi**. Multiplexarea se poate face și la nivel fizic prin maparea (aranjarea) biților în fluxuri sau cadre (PDH, STM etc.). Evident că este necesară și operația inversă, demultiplexarea.

**10. Serviciile de transmisie** sunt de multe ori necesare a fi implementate în cadrul protocoalelor de comunicații. Asemenea servicii pot fi:



- *prioritatea* care trebuie să rezolve ordinea de transmisie atunci când apar mesaj concurente la emisie
- *calitatea serviciului* se referă la acuratețea datelor, timpi de întârziere, rate de transfer minime acceptate etc.
- *securitatea* poate fi cerută prin imlementaea unor mecanisme de tipul restricționare acces, criptare, autentificare corespondent etc.
- *taxarea (contabilitatea)* legăturii este specifică rețelelor publice și permite urmărirea cu precizie a timpului și gradului de folosire a rețelei de către abonați

Pentru buna funcționare a protocoalelor pe diferite nivele, entitățile corespondente trebuie să prelucrez date specifice și să facă schimb de informații legate de protocol. Aceste informații se transmit în rețea în două moduri principale:

1. prin pachete speciale de date protocol
2. prin intermediul antetelor atașate pachetelor de date informaționale.

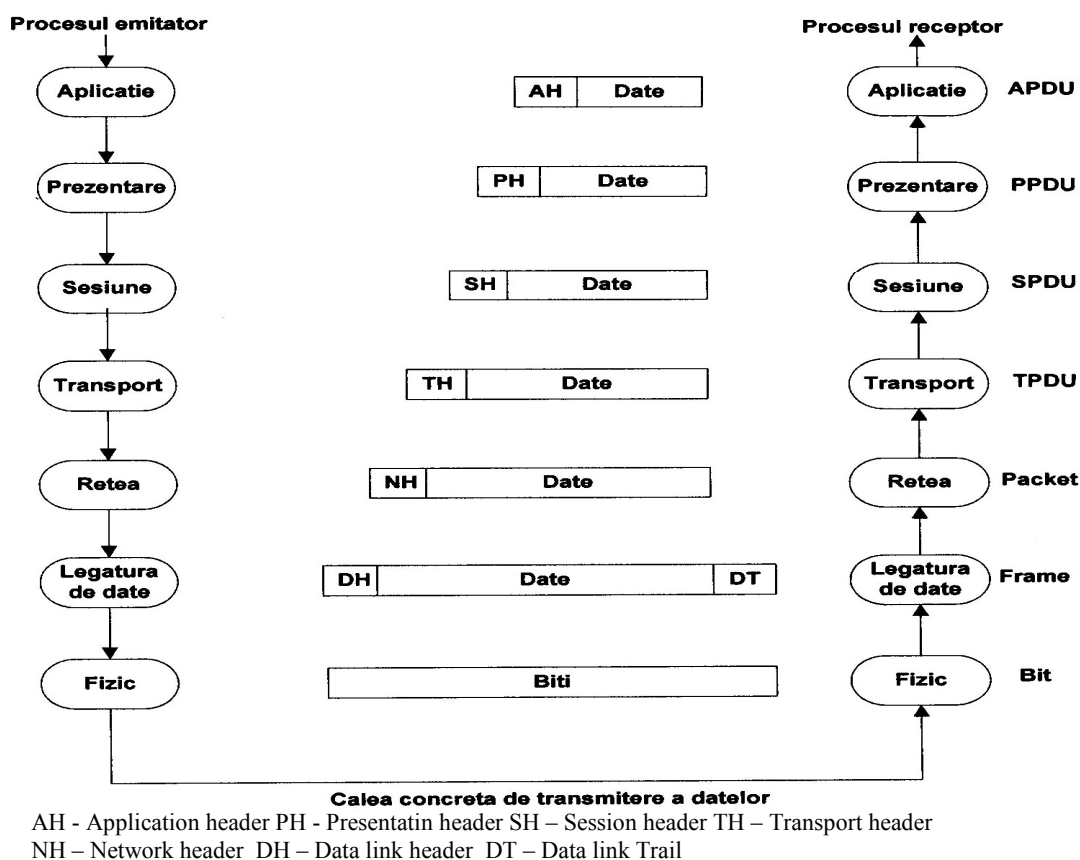


Fig 1.9 Împachetarea succesivă a datelor în structura arhitecturală

## **Suplimentar   Standardizarea în domeniul rețelelor**

Necesitatea standardizării în domeniul rețelelor de calculatoare rezultă din următoarele considerente:

- existența a numeroși producători și furnizori de echipamente, rețele, servicii care pot genera haos, incompatibilități și lipsă de interoperabilitate;
- permite dezvoltarea unei producții de masă, cu prețuri mici, beneficii mari ;
- reduce costurile de cercetare;
- permite unificarea pieței, interschimbabilitate, interoperabilitate.

Autoritățile de standardizare internaționale pot fi împărțite în două clase:

- a. stabilite prin tratate internaționale interguvernamentale (de exemplu ITU) ;
- b. organizații (grupuri de lucru) voluntare, neguvernamentale.

Câteva organizații de standardizare în domeniul rețelelor de comunicații și calculatoare sunt:

**International Standard Organisation (ISO)** este o organizație nonguvernamentală, fondată în 1946. Membrii ei sunt Organizațiile de standardizare din cele 89 de state membre. ISO produce standarde în cele mai variate domenii, inclusiv în domeniul telecomunicațiilor și rețelelor. Are aproximativ 200 de comitete tehnice (TC) împărțite în subcomitete (SC) și în grupuri de lucru (WG). TC 97 se ocupă de calculatoare și prelucrarea informației.

**American National Standard Institute (ANSI)** este reprezentantul SUA în ISO. Multe standarde elaborate de ANSI au fost preluate de ISO ca urmare a înaltului nivel tehnic și tehnologic al SUA.

**Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)** este un actor foarte important în domeniul standardizării rețelelor. IEEE este în fapt cea mai mare organizație profesională din lume. Comitetul IEEE 802 a dezvoltat multe standarde în domeniul rețelelor de calculatoare.

**International Telecommunication Union (ITU)** este o organizație interguvernamentală internațională creată în Europa cu scopul standardizării telecomunicațiilor internaționale. Începuturile ei datează pe la 1865 iar în 1947 a devenit agenție a Națiunilor Unite. Are trei ramuri:

ITU-R sectorul de radiocomunicații

ITU-T – sectorul de standardizare în telecomunicații

ITU – D sectorul de dezvoltare.

În domeniul Internetului există **Internet Architecture Board** (Consiliul Arhitecturii Internet) IAB care se ocupă de standardizare producând **Request for Comments (RFC)**. Din 1989 IAB a fost reorganizat și redenumit **Internet Request Task Force (IRTF)** – Departamentul de Inginerie Internet.

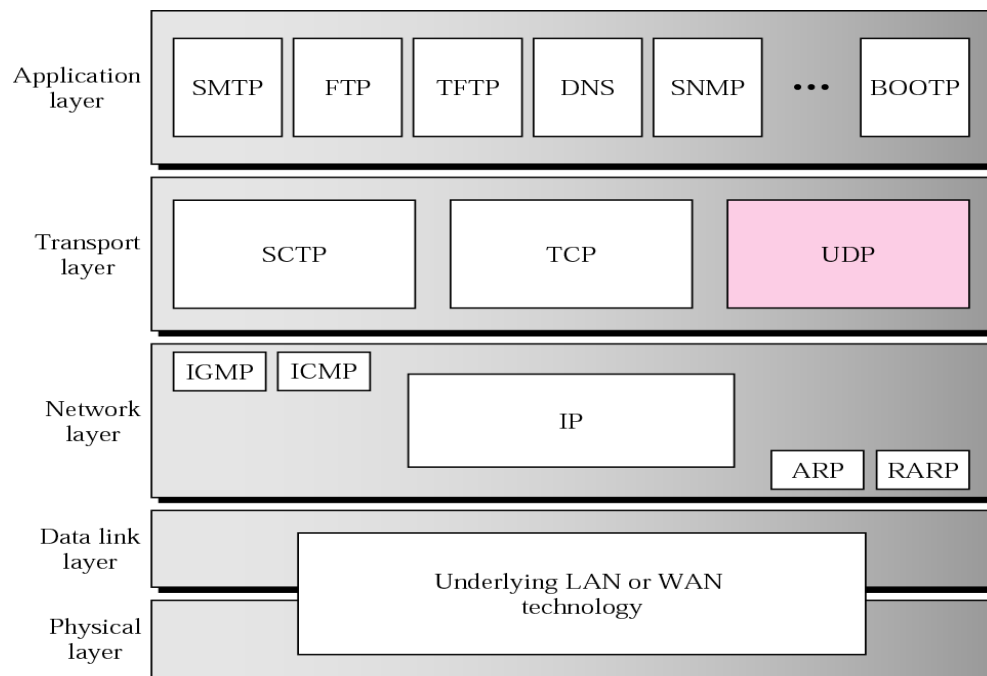


Fig. 1.10 Cele mai cunoscute protocoale din suita TCP/IP

## Rezumat

Rețelele de comunicații și calculatoare stau la baza sistemelor informatice (reprezintă infrastructura acestora) având o foarte mare răspândire și utilizare în cele mai diverse domenii ale activității umane. O rețea de calculatoare cuprinde deopotrivă o infrastructură hard și o componentă soft, ambele de o mare diversitate și care trebuie să poată opera în comun.

Proiectarea, construcția și operarea rețelelor de calculatoare se bazează pe modele arhitecturale, protocoale și standarde unanim acceptate.

Rețelele de calculatoare realizează practic diferite servicii de rețea destinate beneficiarilor (abonaților) acestora sau rețelelor înseși. Serviciile sunt implementate prin intermediul protocoalelor.

Abordarea structurii rețelelor pe baza unor modele arhitecturale stratificate permite analiza și proiectarea acestora pornind de la unele principii generale, indiferent de elementele concrete de infrastructură, sisteme de operare și aplicații. Cele mai cunoscute modele arhitecturale sunt modelul ISO - OSI (un model teoretic, conceptual) și modelul TCP/IP (un model arhitectural concret).

Rețelele sunt interconectate la diferite niveluri și arii, inclusiv la nivel planetar. În acest scop, standarizarea are un rol deosebit de important în construcția și funcționarea rețelelor, cu atât mai mult cu cât există o mare diversitate de proiectanți de rețele, furnizori de echipamente, softuri și servicii de rețea, de cerințe și nevoi ale utilizatorilor.

## Întrebări de control

1. Care sunt cele mai cunoscute modele arhitecturale de rețele de calculatoare? Descrieți asemănările și deosebirile lor.
2. Care sunt arhitectura și topologia unei rețele? Exemple.
3. Ce sunt protocoalele de comunicații și ce rol au în funcționarea unei rețele?
4. În ce constă activitatea de standardizare în domeniul rețelelor de calculatoare? Exemple de organizații și standarde.
5. Modelul ISO-OSI: descriere, rolul nivelelor, comparații cu alte modele arhitecturale.
6. Care sunt caracteristicile, topologia și aplicațiile unui LAN?
7. Care sunt caracteristicile, topologia și aplicațiile unui MAN?
8. Descrieți caracteristicile, topologia și aplicațiile unui WAN?
9. Ce este o rețea virtuală privată (VPN)?
10. Care sunt elementele constitutive ale unei rețele de calculatoare și rolul lor în funcționarea acesteia?
11. Care sunt avantajele organizării protocoalelor pe niveluri?
12. Care este diferența principală dintre comunicația orientată pe conexiuni și cea neorientată pe conexiuni?
13. Două rețele furnizează fiecare servicii orientate pe conexiuni sigure. Una oferă un flux sigur de octeți, iar cealaltă un flux sigur de mesaje. Sunt acestea identice? Dacă da, de ce se face această distincție? Dacă nu, exemplificați diferența.
14. Care dintre nivelurile OSI se ocupă de:
  - a) descompunerea fluxului de biți transmiși în cadre?
  - b) determinarea traseului folosit în rețea?
15. Dacă la nivel rețea se transmit pachete iar la nivel LD se transmit cadre, atunci se spune că pachetele încapsulează cadre sau invers?
16. De ce o rețea ATM folosește celule de lungime mică (53 octeți)?
17. Ethernetul transmite pe cablu, la un moment dat, un singur pachet. Au și rețelele fără fir această caracteristică?
18. Comparați avantajele și dezavantajele rețelelor cablate față de cele fără fir.
19. Ce sunt și ce rol au furnizorii de servicii de Internet (ISP) și furnizorii de servicii de transport (IBP)?
20. Care sunt principalele organizații de standardizare în domeniul rețelelor? Dați exemple de câteva standarde emise de aceste organizații.