

I.2 MODELUL DE REȚEA STRATIFICATĂ ISO/OSI

Proiectarea, întreținerea și administrarea rețelelor de comunicații se poate face mai eficient dacă se au în vedere obiectivele de utilizare a acestora.

De multe ori, cercetările efectuate în acest domeniu nu au avut un efect substanțial asupra performanțelor și eficienței de utilizare a rețelelor de comunicații. Acest fapt este cunoscut sub numele de **paradoxul productivității**, adică unele progrese tehnologice mari nu determină o creștere considerabilă a productivității sistemului. De aceea, pentru analiza și proiectarea rețelelor de comunicații, trebuie avut în vedere **modelul sus-jos** (*Top-Down Model*) prezentat în figura I.2, bazat pe principiul că o rețea oferă soluții care trebuie să satisfacă cerințele clientului.

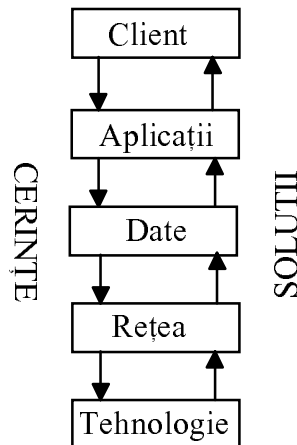


Fig. I.2 Modelul 'sus-jos'

În funcție de activitatea desfășurată, clientul solicită o anumită aplicație care poate fi rulată într-o rețea de calculatoare. Se strâng apoi informații despre natura datelor care vor fi vehiculate. Termenul generic de **date** semnifică, pe lângă șirul de biți generat de un terminal de date, reprezentarea în format digital binar a semnalelor (voce, audio, video, imagini fixe etc). Natura datelor este esențială în alegerea unui anumit mediu fizic de transmisie, precum și a arhitecturii rețelei. Suplimentar însă, modul de implementare a rețelei va depinde și de costurile maxim admise, ceea ce va impune alegerea unei anumite variante tehnologice (*hardware*). Astfel se deduce soluția optimă care corespunde cerințelor clientului.

Pornind de la acest model, pe principiul stratificării, ISO a propus modelul stratificat OSI de interconectare a echipamentelor produse de diverse firme, pentru realizarea sistemelor deschise de comunicație.

Modelul OSI (*Open Systems Interconnection*) prevede șapte nivele (*layers*), în care mediul fizic de transmisie nu este inclus (Fig.I.3). Acestor nivele li se asociază un set de protocoale specifice, denumite **protocoale OSI**, care nu sunt incluse în modelul OSI.

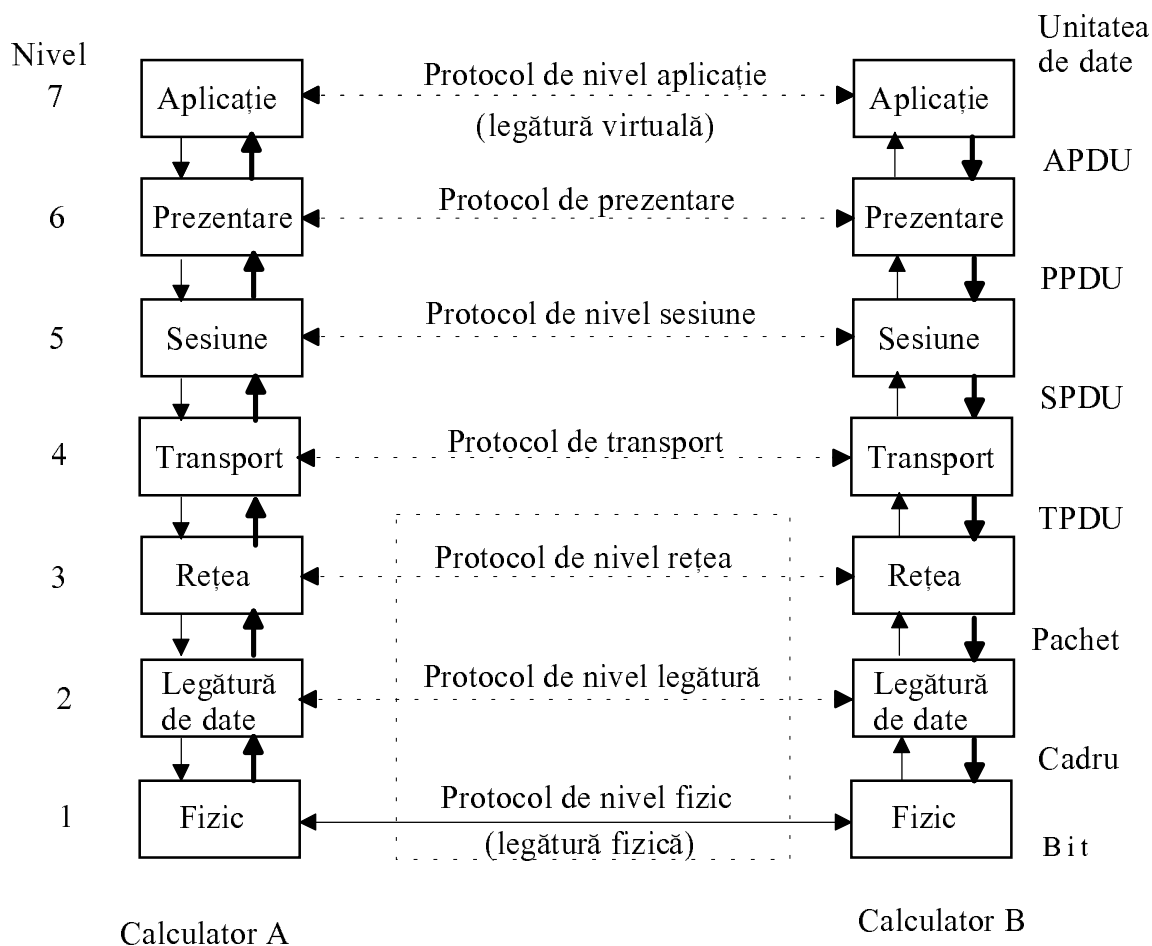


Fig. I.3 Modelul de rețea OSI și suita de protocoale OSI

În figura I.3, calculatoarele A și B sunt reprezentate pe baza modelului OSI. Transferul datelor de la A la B, respectiv de la B la A, se face pe traseele marcate cu linie continuă, subțire și îngroșată. Datele sunt transmise între echipamente prin legătura fizică.

Între nivelele similare ale terminalelor, comunicația se realizează pe baza unui protocol specific, denumit după numele nivelului. Cu excepția protocolului de la nivelul fizic, toate celelalte sunt asociate unor **comunicații virtuale** prin **legăturile virtuale** (*virtual path*) deoarece nu există o legătură reală între nivelele respective, datele transferându-se doar la nivel fizic, acolo unde are loc **comunicația reală (fizică)** dintre calculatoare, printr-un un **circuit fizic**.

Dacă cele două calculatoare nu aparțin aceleiași rețele, atunci protocoalele de nivele 1, 2 și 3 se aplică prin intermediul echipamentelor de comunicație care interconectează rețelele (*switch, bridge, router* sau *gateway*), în așa-numita **subrețea de comunicație** (*subnetwork*).

Se observă că pe fiecare nivel se denumește altfel unitatea de date (DU - *Data Unit*).

Denumirea unității de date pe fiecare nivel al modelului OSI depinde de protocolul aplicat. În figura I. 3, s-au folosit pentru nivelele superioare, termeni generici cum ar fi APDU (*Application Protocol Data Unit*), PPDU (*Presentation Protocol DU*), SPDU (*Session Protocol DU*), TPDU (*Transport Protocol DU*) care vor căpăta denumiri specifice funcție de suita de protocoale folosită într-o anumită rețea. De exemplu, în protocoalele TCP/IP se folosesc termenii de **datagramă**, **mesaj**, **segment**. Pe nivel fizic datele sunt transmise sub formă de **biți**. Pe nivelul legăturii de date se transferă **cadre de date** (*frame*), iar la nivelul de rețea se folosește termenul consacrat de **pachet** (*packet*).

La **nivelul aplicație** se implementează algoritmi software care convertesc mesajele în formatul acceptat de un anumit terminal de date real. Transmisia se realizează în formatul standard specific rețelei. Față de aceste standarde de comunicație, DTE-ul real devine un **terminal virtual** care acceptă standarde de rețea specifice (de exemplu VT100/ANSI).

Nivelul de prezentare se ocupă de respectarea sintaxei și semanticii impuse de sistem, de codificarea datelor (compresie, criptare) și reprezentarea lor în formatul standard acceptat. În plus, acest nivel supervizează comunicațiile în rețea cu imprimantele, monitoarele, precum și formatele în care se transferă fișierele.

Nivelul de sesiune furnizează diverse servicii între procesele-pereche din diferite noduri: transfer de fișiere, legături la distanță în sisteme cu acces multiplu, gestiunea jetonului (*token*) de acordare a permisiunii de a transmite date, sincronizarea sistemului etc. O sesiune începe doar dacă legătura între noduri este stabilă, deci este orientată pe conexiune. Nivelul sesiune este considerat ca fiind interfața dintre utilizator și rețea.

Nivelul de transport deplasează datele între aplicații. Acest nivel răspunde de siguranța transferului datelor de la sursă la destinație, controlul traficului, multiplexarea și demultiplexarea fluxurilor, stabilirea și anularea conexiunilor din rețea. De asemenea, la acest nivel mesajele de mari dimensiuni pot fi **fragmentate** în unități mai mici, **pachete**, cu lungime impusă, procesate și transmise independent unul de altul. La destinație, același nivel răspunde de refacerea corectă a mesajului prin ordonarea pachetelor indiferent de căile pe care au fost transmise și ordinea sosirii acestora.

Pe **nivelul de rețea**, se alege calea de expediere a pachetului, se realizează controlul traficului informațional din rețea și dintre rețele, se rezolvă congestiile, eventual se convertește formatul pachetului dintr-un protocol în altul. În unele LAN-uri, funcția nivelului de rețea se reduce la cea de stocare (*buffering*) și retransmisie a pachetelor. În WAN-uri, la acest nivel se realizează operația de **rutare** a pachetelor, adică stabilirea căilor optime de transmisie între noduri.

La **nivelul legăturii de date** circulă **cadre** de biți, adică pachete împachetate sau încapsulate, cu antet (H - *header*) și marcaj final (T - *trail*), care includ adresele sursei (SA - *Source Address*) și destinației (DA - *Destination Address*) pentru a se putea expedia datele între calculatoare. Suplimentar, în cadrul de date sunt incluse: un câmp de control al erorilor, unul responsabil de sincronizarea transmisiei, un câmp de protocol etc.

În principal, nivelul legăturii de date este responsabil de detecția erorilor de transmisie a datelor prin rețea. În Internet, se utilizează **sume de control** (*check sum*), calculate la emisie și la recepție, prin sumarea în GF(*Galois Field*) a tuturor blocurilor de 16 biți din câmpul datelor (RFC 1071). Aceste sume permit detecția erorilor simple, eventual a unor erori multiple. În alte cazuri, se folosesc **coduri ciclice** (CRC - *Cyclic Redundancy Code*) care au o capacitate mai mare de detecție a erorilor decât sumele de control. Pentru aplicații speciale se codifică datele în baza unei tehnici de codare pentru corecția erorilor de transmisie (Hamming, Reed-Solomon etc), ceea ce permite eliminarea retransmisiilor de cadre și creșterea eficienței canalului de comunicație.

Nivelul legăturii de date este împărțit în două subnivele: LLC (*Logical Link Control*) și MAC (*Media Access Control*) (Fig. I.4). Aceste subnivele stabilesc modalitățile de acces la mediu în cazul canalelor de comunicație cu acces multiplu și realizează controlul traficului pentru a se evita efectele neadaptării ratelor de transmisie ale echipamentelor și posibilitatea saturării lor (*flooding*).

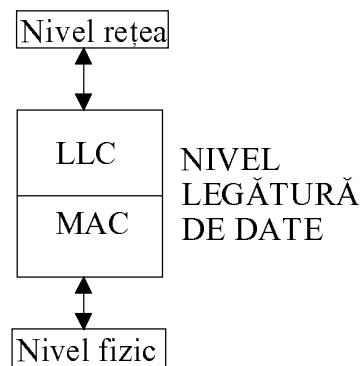


Fig. I.4 Subnivelele de nivel 2 și interconectarea cu nivelele adiacente din modelul OSI

La **nivel fizic**, se transmit datele în format binar (biți 0 și 1) pe canalul de comunicație din rețea. În standardele echipamentelor care lucrează la nivel fizic, precum și în cele ale interfețelor fizice aferente acestora, sunt specificate caracteristicile lor electrice, mecanice, funcționale și procedurale. Natura sursei de informație (date, voce, audio, video) nu se mai cunoaște la acest nivel ceea ce face ca procesul de comunicație să fie considerat transparent.

Fiecare nivel are rolul de a ascunde nivelului superior detaliile de transmisie către nivelul inferior și invers. Nivelele superioare beneficiază de serviciile oferite de cele inferioare în **mod transparent**. De exemplu, între nivelele-aplicație informația circulă fără erori (*error-free*) deși apar erori de transmisie pe canalul de comunicație, la nivel fizic, detectate și corectate la nivelul legăturii de date.

Nivelele modelului OSI pot fi implementate fizic (*hardware*) sau logic (*software*). Evident nivelul fizic este implementat fizic (interfețe fizice, conectori de legătură). Nivelul legăturii de date poate fi implementat logic dar se preferă varianta fizică, aceasta asigurând viteze mari de procesare. Nivelele superioare sunt de obicei implementate logic, ca procese, în cadrul sistemului de operare sau separat, dar activate de acesta.

Orice nivel lucrează pe principiul modelului I-P-O (*Input - Processing - Output*), adică dacă se cunosc formatul semnalului sau secvenței de intrare și cerințele pentru generarea ieșirii, protocolul de pe nivelul respectiv are rolul de a procesa intrarea pentru a se face adaptarea cu nivelul următor. Afirmatia este valabilă în ambele sensuri de transmisie în nivelul OSI (sus-jos și jos-sus).

Conectarea terminalului de date la mediul fizic de transmisie se realizează prin intermediul **interfeței fizice** cu caracteristicile specificate de nivelul fizic.

Exemple: RS - 232 C(D), RS - 485, X.21, X.25, V.35.

Între nivelele superioare se intercalează interfețe implementate doar prin soft și denumite **interfețe logice**. De exemplu, în sistemele cu multiplexare în timp, cum ar fi sistemele de transmisie sincrone (SDH - *Synchronous Digital Hierarchy*), un canal E1 cu 30 de canale PCM (*Pulse Code Modulation*) trebuie partajat pentru asigurarea accesului multiplu. Utilizatorilor li se alocă anumite intervale de transmisie (*time slot*), pe baza protocolului de legătură punct-la-punct (PPP - *Point-to-Point Protocol*) prin interfețele logice *ppp*.

Modelul OSI este foarte general, pur teoretic, și asigură o mare flexibilitate în cazul dezvoltării rețelelor prin separarea diverselor funcții ale sistemului pe nivele specifice. Numărul relativ mare de nivele din acest model face necesară utilizarea unui mare număr de interfețe și a unui volum crescut de secvențe de control. De aceea, în numeroase cazuri se va folosi un număr redus de nivele. Modelul OSI nu constituie un standard ci doar o referință pentru proiectanții și utilizatorii de rețele de calculatoare.

Un model interesant este acela care separă nivelul-aplicație, mai precis procesorul de aplicații (AP - *Application Processor*) de cel care realizează efectiv comunicația, așa-numitul **procesor de comunicație** (CP - *Communication Processor*) și de mediul fizic de transmisie (*Communication Link*). Se obține un model cu trei straturi între care se intercalează interfețele de

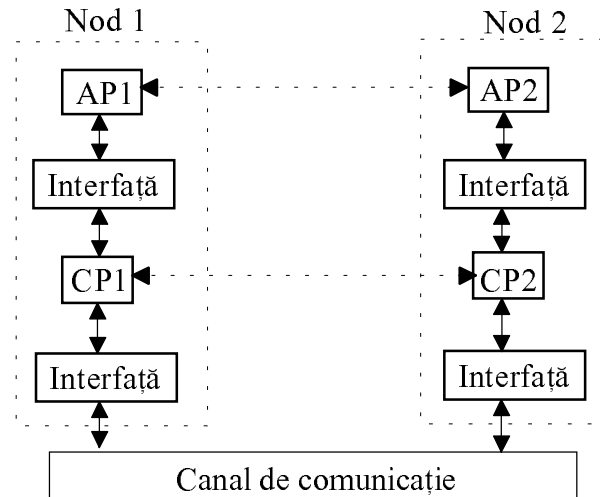


Fig. I.5 Model de rețea de comunicație cu trei nivele

transmisie (Fig. I.5). Evident, comunicația directă între nivelele-aplicație este una virtuală. Acestea comunică real prin intermediul straturilor inferioare.

Deosebit de util pentru înțelegerea proceselor de comunicații dintre aplicații și realizarea programelor de aplicații pentru rețea este **modelul client-server**.

Clientul este partea hardware sau software care adresează o cerere (de acces, de informare, de transfer de fișiere etc). **Serverul** este partea hardware sau software care răspunde cererii clientului (Fig. I.6).

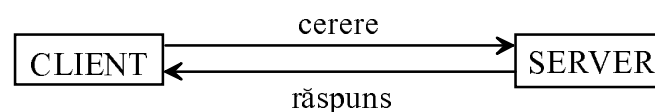


Fig. I.6 Modelul client-server

Aplicația server se autoinițializează după care rămâne într-o stare de așteptare până la primirea unei cereri de serviciu de la un proces client. Aplicația client este cea care solicită a conexiune iar aplicația server primește cererea și o rezolvă. Între cele două aplicații apare o conversație virtuală ca și cum între ele ar exista o conexiune punct-la-punct.