Cap. 2. Modelul ISO-OSI și TCP/IP

2.1. Modelul ISO-OSI

* Prescurtarea numelui acestui model provine de la două componente:
* ISO (International Organization for Standardization);
* OSI (Open Systems Interconnection).

**Avantajele modelului OSI**

* conferă **stabilitate**: deoarece o schimbare a unui strat nu le afectează şi pe celelalte.
* **standardizează** reţeaua şi modularizarea componentelor fabricate de diverşi producători.
* asigură **interoperabilitatea** între produsele producătorilor diferiți care respectă modelul.
* asigură o **deschidere permanentă spre noi funcționalități**: noi protocoale și noi servicii sunt mai ușor de adăugat într-o arhitectură stratificată decât într-una monolitică.

Deoarece erau diverși producători de componente și subansambluri electronice s-a hotărât de comun acord să se adopte un standard cu diverse reguli pe care să le respecte toți producătorii implicați în proiectarea și construirea rețelelor de calculatoare. Astfel acest model a fost publicat în anul 1984.

În cazul unui model arhitectural, **un nivel nu definește un singur protocol, el definești o funcție de comunicație a datelor ce va fi folosită de mai multe protocoale**. Datorită faptului că fiecare nivel definește o anume funcție, el poate conține mai multe protocoale, fiecare dintre acestea oferind un serviciu potrivit cu respectiva funcție a nivelului.

Un protocol de comunicație este un set de reguli și formate (semantice și sintactice) prin care se reglementează schimbul de informații între două entități aflate în același sistem sau în sisteme diferite.

Rețelele de calculatoare funcționează pe baza de protocoale. In arhitectura rețelelor de calculatoare exista mai multe niveluri necesare interconectării calculatoarelor.

Model de referință în analiza, proiectarea și studierea rețelelor, modelul OSI definește un cadru general pentru rețelele de calculatoare prin implementarea protocoalelor de rețea în șapte niveluri.

Controlul datelor, datagramelor, și apoi a biților sunt transferate de la un nivel la altul, plecând de la nivelul aplicație (cel mai înalt, HIGH) spre nivelul fizic (cel mai de jos, LOW).

La fiecare nivel, datele inter-schimbate în rețea (care se numesc generic, datagrame – în engleză întâlnim termenul de **PDU – Protocol Data Unit**) au o anumită structură și poartă o anumită denumire în funcție de nivelul la care se regăsesc.

Cele șapte niveluri sunt:

1. Session (Sesiune)
2. Presentation (Prezentare)    **Software**
3. Application (Aplicație)
4. Physical (Fizic)
5. Data Link (Legătura de Date) **Hardware**
6. Network (Rețea)
7. Transport (Transport)

*Nivelul Fizic*

Acest nivel gestionează transmisia/recepția de biți (impulsuri electrice – în cazul mediilor bazate pe fir de cupru, impulsuri luminoase în cazul fibrei optice sau unde radio în cazul transmisiilor fără fir) ce sunt transmise de-a lungul mediului de comunicație.

În cazul semnalelor electrice acest nivel definește specificații electrice, mecanice, procedurale si funcționale pentru activarea, menținerea și dezactivarea legăturilor fizice între sisteme. În această categorie de caracteristici se încadrează nivelurile de tensiune, sincronizarea schimbărilor acestor niveluri, ratele de transfer fizice, distantele maxime la care se poate transmite și alte atribute similare care sunt definite de specificații fizice.

Nivelul fizic asigura transmiterea biților prin canalul de comunicație. Ca atare, liniile de transmisie din rețea - cablurile care conectează toate calculatoarele din rețea - fac parte din nivelul fizic. Aici sunt incluse aspecte precum: definirea cablării, a conectorilor si plăcilor de rețea, etc. Protocoale de rețea precum Fast Ethernet, Token Ring sau ATM (Asynchronous Transfer Mode) sunt protocoale ce au în descriere componente de nivel fizic.

Fiecare dintre ele este definit de lățimea sa de banda, întârziere, cost și ușurința de instalare. ***Acest nivel poate fi asociat cu termenii: semnal și medii de transmitere.***

*Nivelul Legăturii de date (Data Link)*

Nivelul legătură de date oferă transportul sigur al informației printr-o legătură fizică directă. Pentru a realiza acest lucru, nivelul legătură de date se ocupă cu adresarea fizică, topologia rețelei, accesul la rețea, detecția și anunțarea erorilor și controlul fluxului fizic (flow control).

Nivelul legătură de date este responsabil cu transmiterea corectă a datelor printr-o legătură fizică existentă, între două puncte conectate direct prin această legătură fizică. Nivelul fizic nu poate realiza acest lucru, deoarece la nivelul fizic nu putem vorbi despre nici un fel de date, ci numai despre biți și, mai exact, despre reprezentarea fizică a acestora (niveluri de tensiune, intensitate a luminii etc.).

Nivelul legăturii de date asigura fragmentarea unităților de informație și verificarea erorilor. Placa de rețea reprezintă nivelul legăturii de date a unui calculator. Nivelul legătură de date oferă servicii legate de cunoașterea protocolului de administrare și transmitere a datelor spre nivelul fizic, administrarea erorilor, controlul fluxului și sincronizarea frame-urilor. Nivelul legătură de date este împărțit în două sub-nivele:

* Nivelul MAC (Media Access Control) si sub-nivelul LLC (Logical Link Control).
* Subnivelul MAC controlează modul în care un dispozitiv de rețea obține acces la date si cum le poate transmite. Subnivelul LLC controlează sincronizarea frame-urilor, controlul fluxului si verificarea/controlul erorilor.

La nivel 2 datagramele poată denumirea de frame-uri. ***Concluzionând nivelul Legătură de date se ocupă de: cadre și de controlul accesului la mediu.***

*Nivelul Rețea (Network)*

Nivelul **Rețea** este un nivel complex care oferă conectivitate și selectează drumul de urmat de către mesaj între două sisteme gazdă care pot fi localizate în rețele separate geografic. Acest nivel asigură livrarea pachetelor și alegerea optima a căilor de transmitere (routing). Ca atare, nivelul rețea trebuie sa gestioneze traficul în rețea, congestiile și ratele de transfer (vitezele) de-a lungul liniilor de transmisie. Internet Protocol este sinonim cu nivelul rețea. Acesta este nivelul cel mai important în cadrul Internetului, asigurând posibilitatea interconectării diferitelor rețele. Tot la acest nivel se realizează **adresarea logică** a tuturor nodurilor din Internet. În cazul rețelei Internet se utilizează protocolul IP v4 bazat pe adrese de 32 biţi a nodurilor de rețea. Rețeaua Internet contemporană se confruntă cu limita fizică a adreselor, dezvoltarea viitoare fiind limitată de lipsa adreselor disponibile. Acesta fiind unul din motivele implementării protocolului IPV6 ce oferă oportunitatea dezvoltării viitoare. Nivelul Network gestionează datagrame, deoarece acest la acest nivel apare pentru prima dată noțiunea de datagrame, și nu mai discutăm de biți. ***Dacă doriţi să reţineţi nivelul reţea în cât mai puţine cuvinte, gândiţi-vă la selecţia drumului, rutare şi IP-uri.***

*Nivelul Transport*

Nivelul transport asigură livrarea în siguranță a datelor între două calculatoare gazda (host-uri). Nivelul transport segmentează datele în sistemul sursă și le reasamblează la destinație. Rolul principal al acestui nivel este să accepte date de la nivelul superior (nivelul sesiune), să le descompună, dacă este cazul (în funcție de tipul rețelei alese, dimensiunea maximă a mesajului diferă), în unități mai mici, să transfere aceste unități nivelului inferior (nivelului Rețea) și să se asigure că toate fragmentele sosesc în aceiași ordine la celălalt capăt, pentru a putea fi recompus mesajul, si apoi îl recompune. În cadrul oferirii de servicii de comunicare, nivelul transport inițiază, gestionează și închide circuitele virtuale. Pentru a fi obținută o comunicație sigură, servicii de detectare și recuperare din erori sunt oferite tot la acest nivel. Tot aici este realizat controlul fluxului (flow control). La nivelul transport datagramele sunt organizate sub forma de segmente.

**Dacă doriți să rețineți nivelul transport în cât mai puține cuvinte, gândiți-vă la flow control, la calitatea serviciilor și la siguranță.**

*Nivelul Sesiune*

Acest nivel se ocupă de stabilirea, menținerea și terminarea sesiunilor, adică inițiază, administrează și încheie conexiunile între aplicațiile aflate pe cele două host-uri care comunică. Rolul primar al acestui nivel este acela de a coordona sesiunile de comunicație.

La acest nivel sunt gestionate detalii precum: nume de cont, parole și autorizarea/neautorizarea utilizatorilor. O sesiune este deschisă la fiecare operațiune de autentificare a utilizatorului (moment cunoscut sub numele de login) și se încheie la cererea utilizatorului (logout) sau în cazuri bine stabilite, cum ar fi:

* terminarea sesiunii la un număr presetat de unități de timp ***n***, (ore, minute, secunde);
* sau după un număr presetat de unități de timp (ore, minute, secunde) în care utilizatorul nu are nicio activitate în urma logării. Spre exemplu, utilizatorul se loghează, după care pleacă de la stația de lucru uitând sesiunea deschisă, sau din motive fizice/tehnice conexiunea a fost întreruptă.

Ca și în cazul celorlalte două niveluri superioare (**aplicație și prezentare**), la nivelul sesiune datagramele inter-schimbate în rețea poartă numele generic de ***date***.

*Nivelul Prezentare*

Nivelul prezentare se asigură că informația transmisă de nivelul aplicație al unui sistem poate fi citită și interpretată de către nivelul aplicație al sistemului cu care acesta comunică. Nivelul prezentare reunește funcții folosite in mod repetat in comunicațiile în rețea. Dacă este necesar, nivelul prezentare face traducerea între diverse formate de reprezentare, prin intermediul unui format comun. Nivelul prezentare gestionează detaliile legate de interfațarea rețelei cu imprimantele, formatele fișierelor, etc. Tot nivelul prezentare este responsabil cu eventuala compresie / decompresie și criptare / decriptare a datelor. Uneori acest nivel mai este denumit **nivelul sintaxei.** La acest nivel datagramele au denumirea generică de date.

**Pentru a reține nivelul prezentare în puține cuvinte, rolul este de reprezentare și de conversie la formatul comun al datelor, criptare/decriptare.**

*Nivelul Aplicatie*

Nivelul aplicație este cel care este situat cel mai aproape de utilizator; el oferă servicii de rețea aplicațiilor utilizator. Toate programele care utilizează comunicarea prin rețea fac parte din acest nivel. Diferă de celelalte niveluri ale modelului OSI prin faptul că nu oferă servicii nici unui alt nivel, ci numai unor aplicații ce sunt situate în afara modelului OSI. Exemple de astfel de aplicații sunt editoare de texte, utilitare de calcul tabelar, terminale bancare etc. Exemplele de aplicații de rețea includ clienții și serverele de poștă electronică (bine-cunoscută acum drept e-mail), clienții și serverele ce acceptă comunicații prin protocolul http (clientul este cunoscut sub numele browser web), bazele de date distribuite dintre care cele mai cunoscute sunt cele asigurate de serverele DNS (Domain Name System). Tot la acest nivel este oferit suport aplicațiilor (de rețea) și proceselor utilizator. Sunt identificați partenerii de comunicații, calitatea serviciilor (QoS), autentificarea utilizatorilor și restricții legate de sintaxa datelor.

Nivelul aplicație stabilește disponibilitatea unui calculator cu care se dorește inițierea unei conexiuni, stabilește procedurile ce vor fi urmate în cazul unor erori și verifică integritatea datelor.

La acest nivel **datagramele au denumirea generică de date**.

**Daca doriți să rețineți în cât mai puține cuvinte nivelul aplicație, trebuie să va gândiți la un browser de web cu ajutorul căruia doriți să va conectați prin rețea la un server de pe care veți citi o pagina web.**

Un alt mod de transmitere a datelor prin rețea este **UDP (User Datagram Protocol).** Un serviciu “fără conexiuni”, însemnând că datele sunt trimise fără ca host-urile care trimit și care primesc să aibă contact unele cu celelalte, și nu există garanția ca mesajul a ajuns la destinație.

În figura 2.1. este prezentat modelul ISO-OSI și câteva protocoale și aplicații utilizate de fiecare nivel.



*Fig. 2.1. Modelul ISO-OSI, protocoale și aplicații utilizate de fiecare nivel.*

2.2. Modelul TCP/IP

Un alt model de referință utilizat în studiul rețelelor de calculatoare este modelul Transmission Control Protocol (Protocolul de Control al Transmisiei) / Internet Protocol TCP/IP (al DoD –Department of Defense, cunoscut sub denumirea de modelul de referință al Internetului). TCP (Transmission Control Protocol) si IP (Internet Protocol) sunt două dintre cele mai utilizate protocoale de rețea în Internet. Modelul TCP/IP este structurat pe 4 nivele (aplicație, transport, internet si acces la rețea). În cazul unui model arhitectural, un nivel nu definește un singur protocol—el definește o funcție de comunicație a datelor ce va fi folosită de mai multe protocoale. Datorită faptului că fiecare nivel definește o anume funcție, el poate conține mai multe protocoale, fiecare dintre acestea oferind un serviciu potrivit cu respectiva funcție a nivelului.

TCP/IP este o suită de protocoale, dintre care cele mai importante sunt TCP și IP, care a fost transformat în standard pentru Internet de către Secretariatul pentru Apărare al Statelor Unite, și care permite comunicația între rețele eterogene (interconectarea rețelelor).

Protocolul TCP este un protocol folosit de obicei de aplicațiile care au nevoie de confirmare de primire a datelor. În special, TCP oferă încredere, asigura trimiterea în ordinea corectă a pachetelor de date de la calculatorul sursă la calculatorul destinație printr-o conectare virtuală între cele două calculatoare, fiecare calculator este identificat printr-o adresă IP și un port specific aplicației (de exemplu: World Wide Web (WWW), posta electronica (e-mail) și transferul de fișiere (FTP)). Totodată protocolul TCP controlează mărimea segmentului de date, debitul de informație, rata la care se face schimbul de date, precum și evitarea congestionării traficului de rețea.

IP (Internet Protocol) este un protocol care asigură un serviciu de transmitere a datelor, fără conexiune permanentă. IP reprezintă adresa alocată fiecărei interfețe logice ale dispozitivelor conectate la rețea. Sunt două versiuni ale protocolului: IPv4, care avea un număr limitat de adrese, iar în ultimul timp Internetul a luat o amploare foarte mare. Numărul de calculatoare conectate la Internet a crescut exponențial, de aceea pentru a fi conectate toate dispozitivele era nevoie de creșterea numărului de adrese IP. Astfel a fost dezvoltată versiunea 6 (IPv6), care are un număr de 40.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 de adrese reale.

Alocarea adreselor IP nu este arbitrară; ea se face de către organizații însărcinate cu distribuirea de spații de adrese. De exemplu, “Réseaux IP Européens Network Coordination Centre (RIPE NCC) este Registrul Regional Internet (RIR) pentru Europa, Orientul Mijlociu și părți din Asia Centrală cu sediul în Amsterdam, Olanda.[1]” este responsabilă cu gestiunea spațiului de adrese atribuit Europei.

Avantajele utilizării acestui protocol:

* este un protocol de rețea ***routabil*** suportat de majoritatea sistemelor de operare;
* reprezintă o ***tehnologie*** pentru conectarea sistemelor diferite;
* utilizează ***utilitare de conectivitate standard*** pentru a accesa și transfera date între sisteme diferite;
* este un ***cadru de lucru robust***, scalabil între platforme client / server;
* reprezintă o metodă de ***acces la resursele Internet***;
* furnizează un ***protocol de rețea routabil***, pentru rețele mari, fiind folosit din acest motiv drept protocol de interconectare a acestor rețele;

Modelul TCP/IP are patru niveluri:

|  |
| --- |
| 1. Acces la mediu (rețea). |
| 1. Rețea (sau Internet) |
| 1. Transport (Transport) |
| 1. Aplicație (Application) |

Suita de protocoale TCP-IP definește serviciile pentru aplicații Telnet, FTP (File Transfer Protocol), http (Hypertext Transfer Protocol), DNS (Domain Name System), RIP (Routing Interface Protocol), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), POP (Postal Office Protocol), ECHO și multe altele. Aceste servicii și aplicații sunt implementate în sistemele de operare și prin urmare disponibile ca resurse software și de comunicație încă de la punerea în funcțiune a resurselor de calcul. Împreună cu celelalte tehnologii ITC ele formează resursele bază de plecare pentru definirea aplicațiilor de afaceri.

În figura 2.2. se prezintă câteva exemple de protocoale din suita TCP/IP și nivelul din model la care acestea lucrează.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tip date** | **Protocol** | | **Nivel al modelului TCP/IP** |
| MESAJE | Telnet, FTP, SMTP, HTTP, DNS, RIP, SNMP, IRC, | | APLICAȚIE |
| PACHETE | TCP | UDP | TRANSPORT |
| DATAGRAME | IP, ICMP, IGMP, ARP, RARP | | REȚEA (SAU INTERNET) |
| CADRE | ETHERNET, TOKEN RING, X.25 | | ACCES LA MEDIU (REȚEA) |

*Fig. 2.2. Suita de protocoale TCP-IP*

Suită de protocoale de Internet

* **nivelul Acces la mediu**

ARP/InARP, NDP, OSPF Tunnels, L2TP⁠, PPP, MAC⁠, Ethernet DSL, ISDN FDDI, DOCSIS

* **nivelul internet⁠**

IP (IPv4, IPv6), ICMP (ICMPv6), ECN⁠, IGMP, IPsec

* **nivelul transport⁠**

TCP, UDP, DCCP, SCTP, RSVP

* **nivelul aplicație⁠**

BGP, DHCP (DHCPv6), DNS, FTP, HTTP, IMAP, IRC, LDAP, MGCP, NNTP, NTP, POP, ONC/RPC, RTP, RTSP, RIP, SIP, SMTP, SNMP⁠, SOCKS, SSH, Telnet, TLS/SSL, XMPP

*Nivelul Acces la rețea* se ocupă cu toate problemele legate de transmiterea pachetului IP pe o conexiunea fizică. Tot acest nivel gestionează toate aspectele legate de tehnologii, de medii de transmisie, adică *nivelurile Legătură de date și Fizic* din modelul ISO-OSI.

*Nivelul Rețea (Internet)* arescopul să asigure rutarea pachetelor în interiorul unei singure rețele. Odată cu apariția interconexiunii între rețele, acestui nivel i-au fost adăugate funcționalități de comunicare între o rețea sursă și o rețea destinație. Astfel se ocupă cu livrarea lor către o destinaţie independent de calea și rețelele pe care le-a străbătut pentru a ajunge acolo. Determinarea drumului optim și comutarea pachetelor au loc la acest nivel.

Rutarea pachetelor de la o adresă sursă la o adresă destinație, se face folosind și unele protocoale adiționale, precum ICMP sau IGMP. Comunicarea la nivelul IP este nesigură, sarcina de corecție a erorilor fiind plasată la nivelurile superioare (de exemplu prin protocolul TCP). Doar în versiunea IPv4, nu și în IPv6, integritatea pachetelor este asigurată de bitul “sumă de control”.

*Nivelul Transport* este identic cu cel din modelul OSI, ocupându-se cu probleme legate de siguranță, control al fluxului și corecție de erori. El este proiectat astfel încât să permită comunicarea între entitățile pereche: sursă, respectiv, destinație.

În acest sens au fost definite două protocoale end-to-end.

* TCP (Transmission Control Protocol), este un protocol sigur orientat pe conexiune care permite ca un flux de octeți trimiși de pe o mașină să ajungă fără erori pe orice altă mașină din inter-rețea. Acest protocol fragmentează fluxul de octeți în mesaje de lungime corespunzătoare rețelei pe care transmite mesajul și pasează fiecare mesaj nivelului internet. Totodată are rolul de a controla fluxul de date pentru a se asigura că un emițător rapid nu inundă un receptor lent cu mai multe mesaje decât poate acesta să prelucreze într-o unitate de timp dată.
* UDP (User Datagram Protocol), este un protocol nesigur, fără conexiuni, destinat aplicațiilor care doresc să utilizeze propria lor secvențiere și control al fluxului. Protocolul UDP este de asemenea mult folosit pentru interogări rapide întrebare-răspuns, client-server și pentru aplicații în care comunicarea promptă este mai importantă decât comunicarea cu acuratețe, așa cum sunt aplicațiile de transmisie a vorbirii și a imaginilor video.

*Nivelul Aplicaţie* nu este identic cu cel din modelul ISO-OSI. Acesta include ultimele trei niveluri superioare din stiva OSI. Acestea au fost comasate pentru a putea fi tratate la un loc toate problemele legate de protocoale de nivel înalt, fie ele de reprezentare, codificare sau control al dialogului. Protocoalele de nivel înalt sunt folosite de majoritatea aplicațiilor, (de exemplu: terminalul virtual (TELNET), transfer de fișiere (FTP) și poștă electronică (SMTP), DNS (sistem de nume de domeniu), NNTP sau HTTP).

Acest nivel tratează nivelurile inferioare sub conceptul de “cutie neagră”. Acest concept presupune a se cunoaște “intrările” și “ieșirile”, iar modul în care se face prelucrarea datelor în interiorul “cutiei negre”. Având intrări și ieșiri cu valori standardizate putem înlocui acea “cutie neagra” cu altă “cutie neagra”. Majoritatea protocoalelor de la nivelul aplicație sunt asociate cu **modelul client-server**. Serverele au de obicei asociate porturi fixe, atribuite de **Internet Assigned Numbers Authority** (IANA): HTTP are portul 80, FTP portul 21, dar clienții folosesc porturi temporare în funcție de aplicația utilizată.