



Universitatea “Constantin Brâncuși” din Târgu-Jiu
Facultatea de Inginerie
Departamentul de Automatică, Energie și Mediu

Rețele de calculatoare

Lector dr. Adrian Runceanu

An universitar 2013-2014

Curs 4

Modele de referință

Modele de referință

- 1. Modelul de referință OSI**
- 2. Modelul de referință TCP/IP**

Modele de referință

- Vom discuta două arhitecturi de rețea importante:
 1. **modelul de referință OSI**
 2. **modelul de referință TCP/IP**
- Deși protocoalele asociate cu **modelul OSI** nu sunt folosite aproape deloc, modelul în sine este destul de general și încă valabil, iar caracteristicile puse în discuție la fiecare nivel sunt în continuare foarte importante.
- **Modelul TCP/IP** are caracteristici opuse: modelul în sine nu este foarte util, dar protocoalele sunt folosite pe scară largă.
- Din acest motiv, le vom studia pe fiecare în detaliu.

Modele de referință

- 1. Modelul de referință OSI**
- 2. Modelul de referință TCP/IP**

1. Modelul de referință OSI

- Modelul OSI (Open Systems Interconnection) propune o soluție de conectare a sistemelor deschise.
- El a fost elaborat de către Organizația Internațională de Standarde (ISO - International Standards Organization) între 1977 și 1994.
- *Proprietatea de "open" (deschis) a unui sistem se referă la faptul ca sistemul este pregătit pentru comunicării cu orice alt sistem din rețea fiind "deschis" pentru schimburi informaționale cu alte gazde, pe baza unor reguli (protocoale de comunicație).*

1. Modelul de referință OSI

- **Modelul de referință OSI** permite *vizualizarea traseului parcurs de informații sau pachete de date*, de la un program de aplicații (de tipul documentelor, foilor de calcul tabelar, bazelor de date, prezentărilor etc.) la un alt program de aplicații localizat într-un alt computer din rețea, *chiar dacă expeditorul și destinatarul fac parte din rețele cu topologii diferite, cu tipuri diferite de medii*.
- **Acest model este conceput ca având șapte straturi (sau niveluri), fiecare având funcții specifice, realizând împreună comunicarea în rețea.**
- Această separare a funcțiilor într-o rețea se numeste ***stratificare (layering)***.

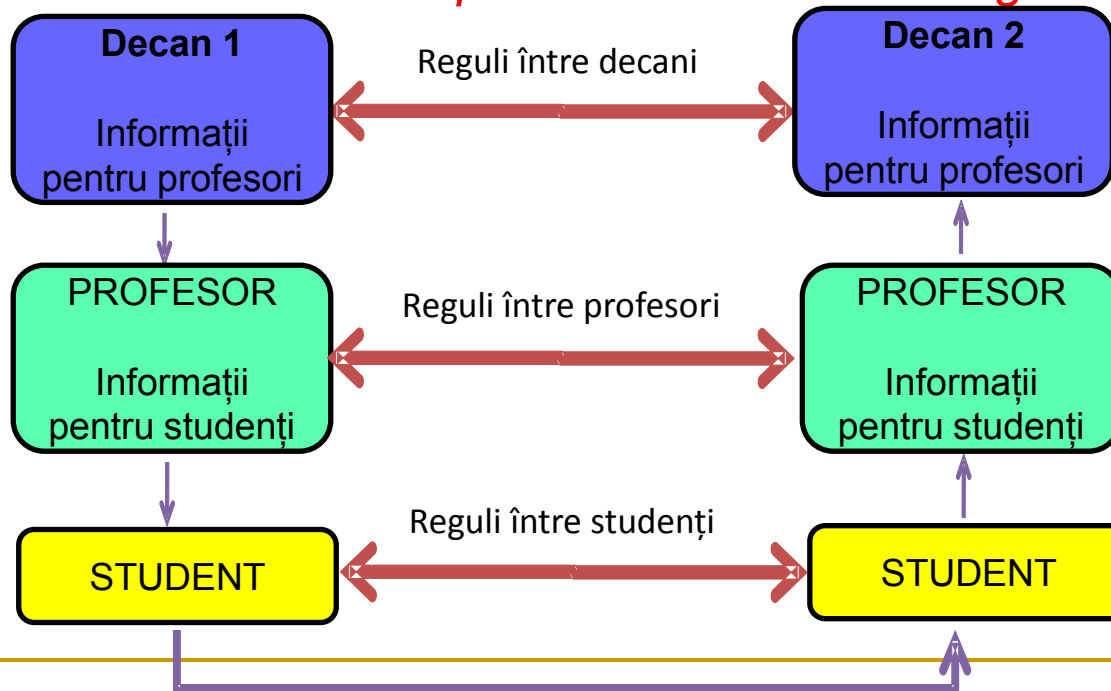
1. Modelul de referință OSI

- *Funcțiile nu specifică cum trebuie efectuată o operațiune*, ci doar *ce trebuie să îndeplinească un anumit nivel*, modul de realizare fiind sarcina protocoalelor (seturi de reguli și metode).
- *Implementarea protocoalelor se poate realiza fie software, fie hardware, fie în ambele moduri.*
- *În general producătorii implementează nivelele superioare în software și cele inferioare în hardware.*
- Proiectarea arhitecturii pe nivele determină extinderea sau îmbunătățirea facilă a sistemului.
- De exemplu, *schimbarea mediului de comunicație nu determină decât modificarea nivelului fizic, lăsând intacte celelalte nivele.*

1. Modelul de referință OSI

Comunicarea în rețea

- Să luăm ca exemplu de comunicare întâlnit zi de zi comunicarea între două facultăți. La nivel superior, *decanii comunică între ei*. Similar și *profesorii comunică între ei*. Nu în ultimul rând, și *studenții comunică între ei* printr-un limbaj caracteristic.
- Pentru ca această comunicare să fie posibilă, *există niște reguli de comunicare ce sunt respectate de fiecare categorie de persoane*.



Acesta este un exemplu bun pentru a înțelege ce presupune *comunicarea bazată pe niveluri și protocoale*.

1. Modelul de referință OSI

Cele șapte niveluri ale modelului OSI sunt:

- Fiecare nivel este independent, însă oferă servicii nivelului situat deasupra lui și primește de la cel de sub el, comunicarea fiind realizată în ambele sensuri.
- Nivelele sunt adesea identificate nu doar prin nume ci și prin cifre.
- Astfel nivelul Aplicație este considerat nivelul 7 iar cel Fizic nivelul 1.



1. Modelul de referință OSI

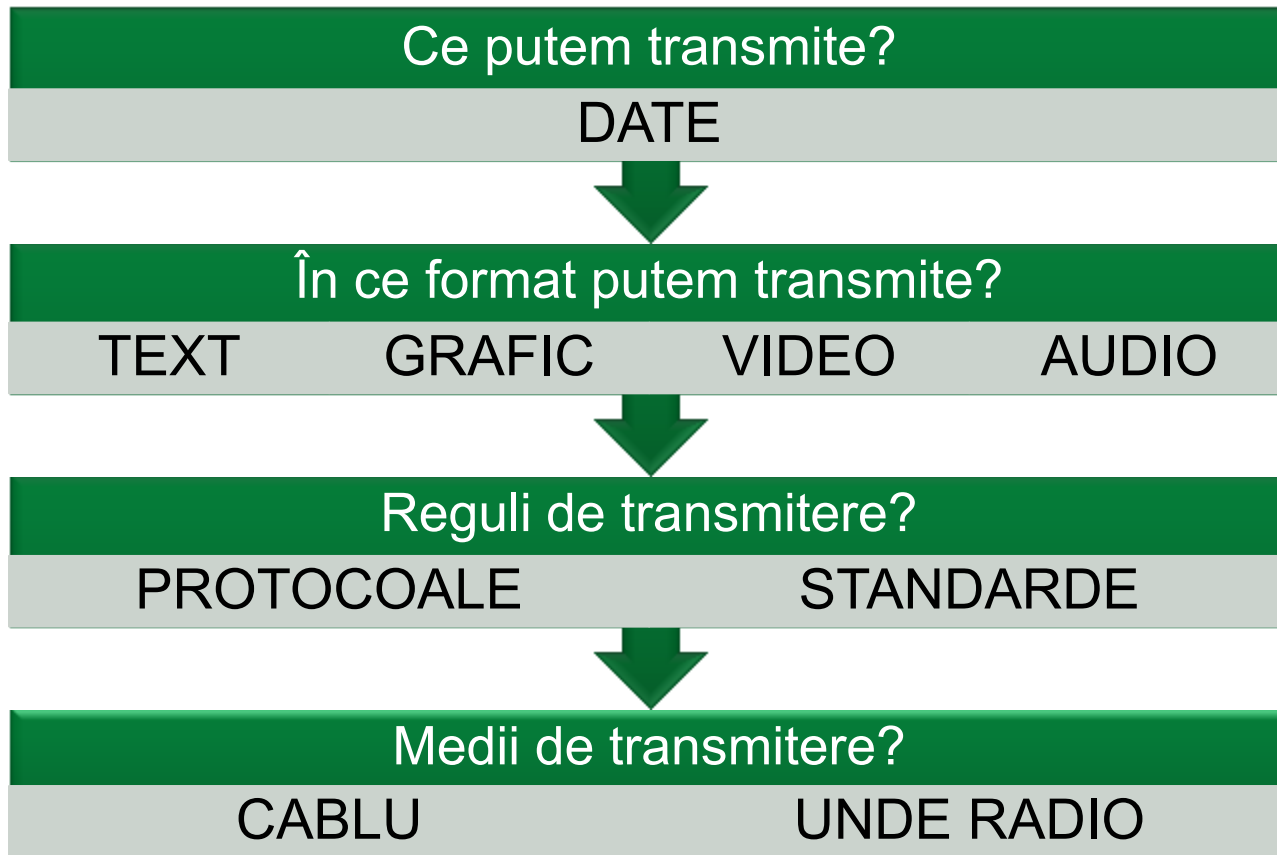
Noțiunea de protocol

- Ca și între oameni, pentru a putea comunica între ele, *calculatoarele trebuie* să vorbească același limbaj, sau altfel spus, *să folosească același protocol*.
- Așadar, un **protocol** este un **set de reguli** pe care fiecare calculator trebuie să-l respecte pentru a comunica cu un altul.

1. Modelul de referință OSI

Noțiunea de protocol

- Dacă vorbim de conversație între două calculatoare, apar următoarele întrebări:



1. Modelul de referință OSI

Funcțiile nivelurilor OSI

- *Fiecare nivel OSI definește un set de funcții, protocoalele stabilind modul în care sistemul furnizează aceste funcții.*
- Nivelul **n** al unui calculator poate comunica cu nivelul **n** al altuia.
- Prin urmare, se spune că regulile folosite în comunicare se numesc **protocoale de nivel n**.
- În realitate datele nu sunt transmise de la nivelul **n** al unei mașini către nivelul **n** al alteia.
- *În schimb, fiecare nivel realizează prelucrările specifice asupra datelor și le transmite nivelului inferior, până la nivelul fizic unde se realizează schimbul efectiv de date.*
- Doar din punct de vedere logic se poate vorbi de o "conversație" între nivelurile a două mașini.
- Deci fiecare nivel al modelului OSI are un set predeterminat de funcții pe care le realizează pentru a face posibilă comunicarea în rețea.

1. Modelul de referință OSI

Aceste funcții ale modelului OSI sunt:



1. Modelul de referință OSI

Încapsularea

- După cum arătam mai sus, nivelurile de la emițător comunică cu echivalentul lor de la receptor, de exemplu nivelul 5 al emițătorului transmite informații nivelului 5 al receptorului.
- Comunicarea se realizează pe baza protocoalelor fiecărui nivel.
- Acest tip de comunicare se numeste **comunicare peer-to-peer**.
- Pentru a putea fi adresată informația către un anumit nivel corespunzător, și pentru ca acesta să o poată recunoaște ca fiind adresată lui, datele sunt supuse unor modificări pe parcursul comunicării.
- Acest proces este numit **încapsulare**, iar în cadrul lui informațiile sunt grupate în **pachete**.

1. Modelul de referință OSI

- Un **pachet de date** este *o unitate de informații grupate logic care circulă între computere* (unități de date - Protocol Data Units - PDUs).
- În pachete sunt incluse informațiile de la emițător, precum și alte elemente care sunt necesare pentru a face posibilă și sigură comunicarea cu receptorul.
- *Prin procesul de încapsulare fiecare nivel adaugă un anumit identificator la informația primită (antete / headers, secvențe terminale / trailers și alte informații) și o trimite mai departe.*
- Astfel, de la emițător datele pornesc de la nivelul 7 Aplicație și ajung să fie împachetate până la nivelul 1 Fizic, iar la receptor se va derula procesul invers, despachetând de la nivelul 1 spre nivelul 7.

1. Modelul de referință OSI

Procesul de conversie a datelor presupune următorii pași:

1. Construirea datelor. Utilizatorul scrie email-ul al cărui text și eventual imagini vor fi convertite în straturile superioare (7,6,5) pentru a avea un format care să poată fi trimis în rețea.

2. Segmentarea datelor. Se face la nivelul 4, în așa fel încât se garantează că datele vor ajunge în siguranță de la un calculator la altul.

3. Adaugarea adreselor de rețea. Se face la nivelul 3 și constă în adaugarea unui **header** la segmentul nivelului 3, rezultând ceea ce numim **pachet**.

Acest **header** vine cu informații deosebit de prețioase: *adresa logică către care va fi expediat pachetul, adresa logică a sursei.*

Tot la acest nivel se decide care va fi următoarea mașină căreia i se va livra pachetul (next hop).

1. Modelul de referință OSI

4. Adăugarea headerului de strat 2. Aici se adaugă un header care conține *informații cu privire la următoarea mașină care va primi acea informație*. Rezultatul acestei asamblări fiind ceea ce numim un **cadru (frame)**.

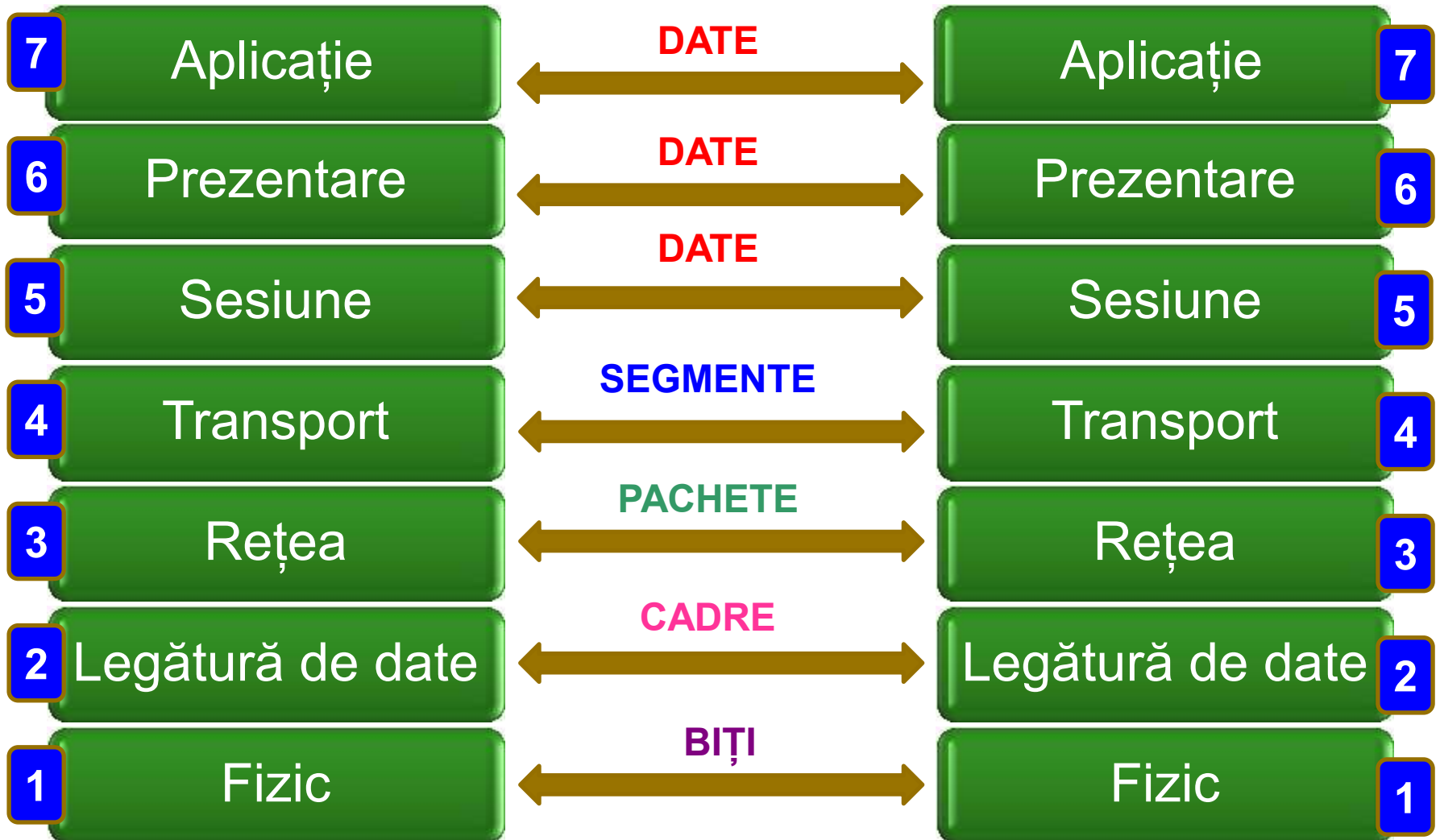
Trebuie deosebită această adresare de cea de la nivelul 3: spre exemplu *dacă sunt într-o rețea A și trimit informație în aceeași rețea, IP-ul destinației va fi al mașinii către care trimit, MAC-ul deasemeni*; pe când *dacă trimit într-o altă rețea, IP-ul va fi al destinației, iar MAC-ul va fi al “default gateway-ului” din rețeaua A în care ne aflăm*.

5. Convertirea în biti pentru transmitere. Cadrul trebuie convertit într-un format binar pentru transmiterea printr-un mediu de propagare.

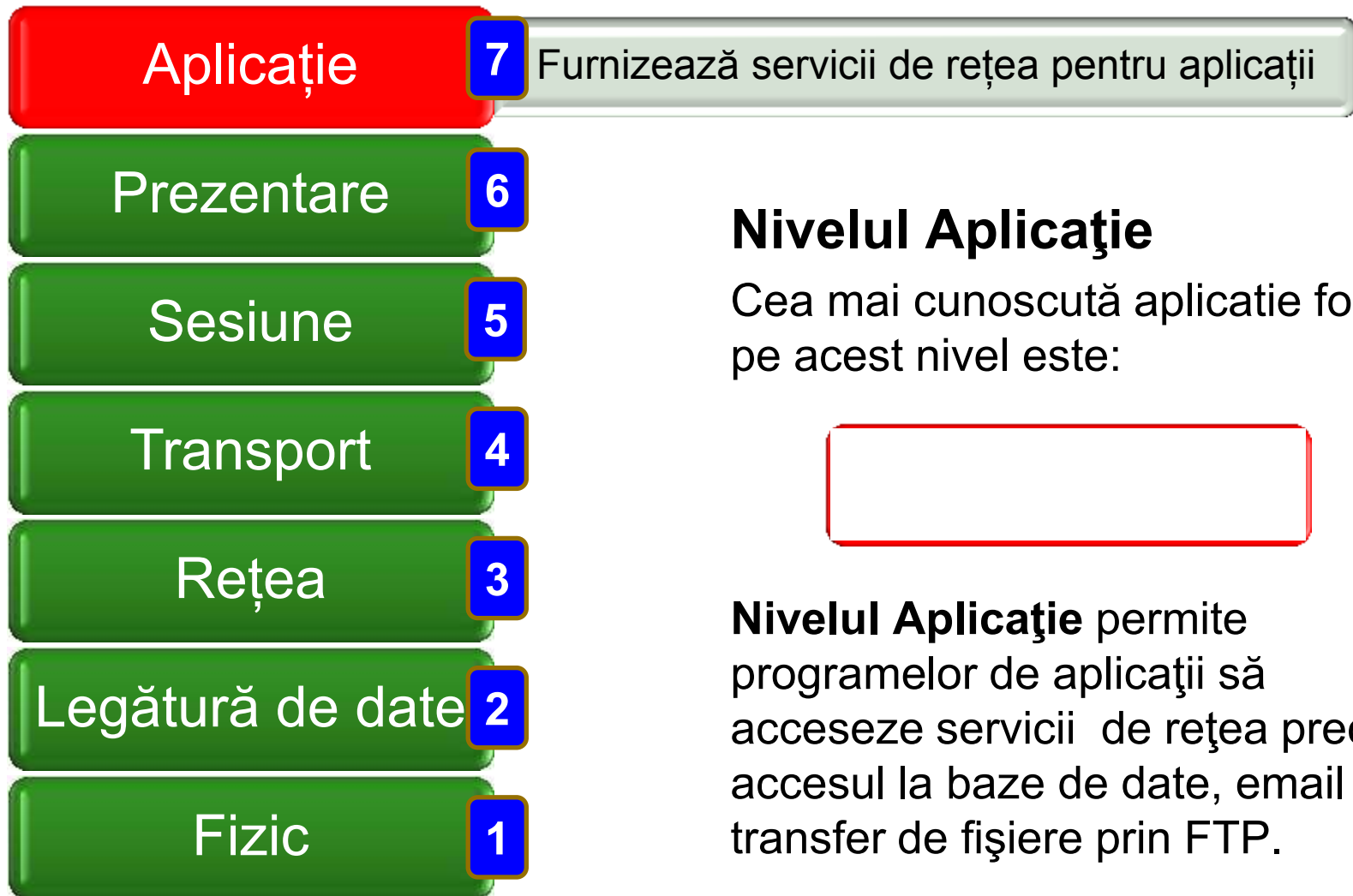
O funcție de tip clocking permite echipamentelor să distingă acești biți, pe măsură ce aceștia călătoresc prin mediul de transmitere.

Mediul fizic de transmitere poate varia de-a lungul căii folosite.

1. Modelul de referință OSI



1. Modelul de referință OSI



Nivelul Aplicație

Cea mai cunoscută aplicație folosită pe acest nivel este:



Nivelul Aplicație permite programelor de aplicații să acceseze servicii de rețea precum accesul la baze de date, email și transfer de fișiere prin FTP.

1. Modelul de referință OSI

- **Nivelul Aplicație** *identifică și stabilește disponibilitatea partenerului de comunicație, sincronizează aplicațiile între ele și stabilește procedurile pentru controlul integrității datelor și erorilor.*
- De asemenea identifică dacă există suficiente resurse pentru a sprijini comunicația între parteneri.
- La acest nivel începe procesul de **încapsulare**.
- Astfel, datelor li se adaugă un antet numit **application header**.
- Acesta conține informații ce permit receptorului recunoașterea informațiilor primite.

1. Modelul de referință OSI

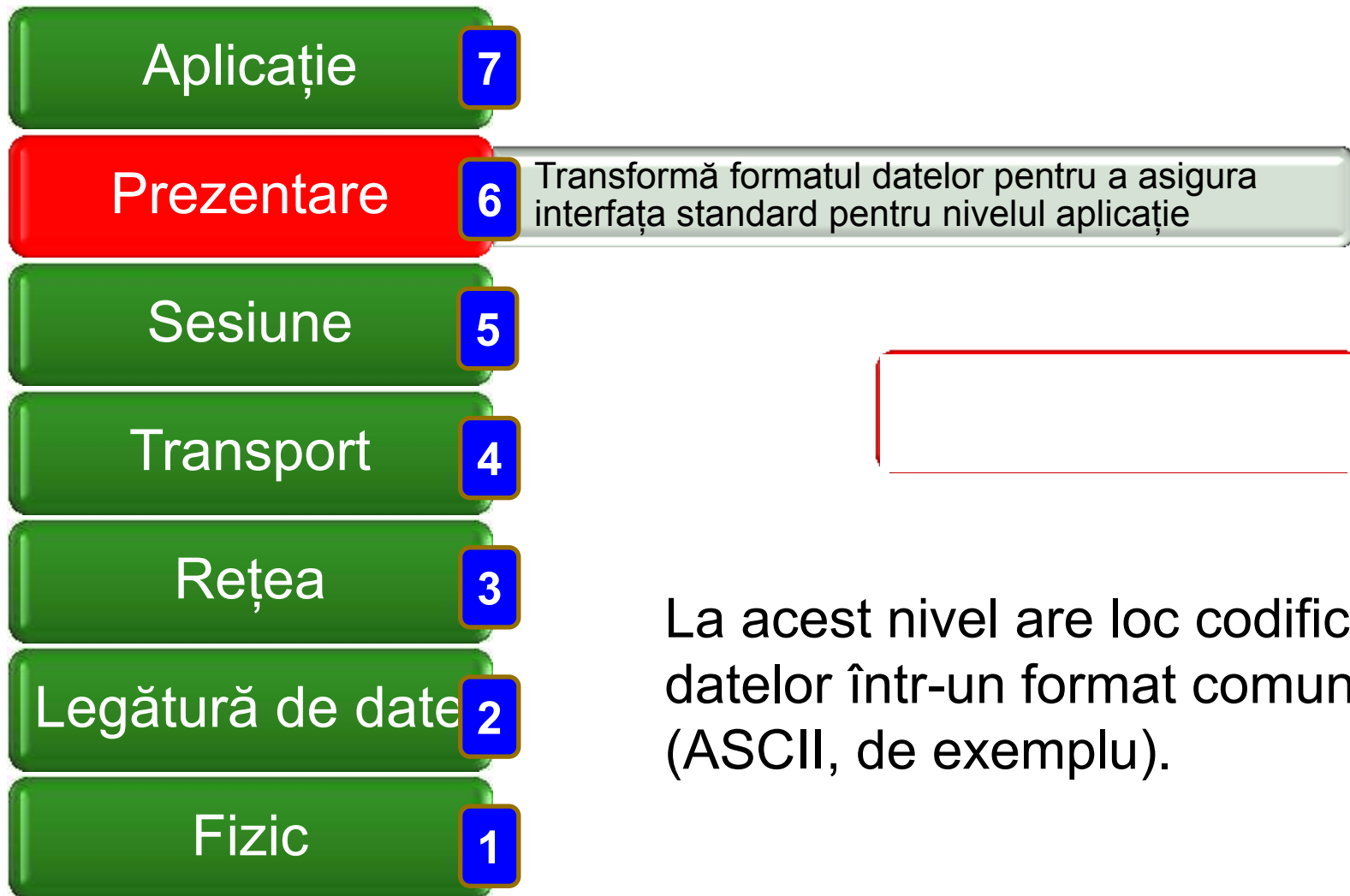
Protocoale de la acest nivel care fac posibilă comunicarea sunt:

1. **DHCP** (Dynamic Host Configuration Protocol) - atribuirea dinamică de adrese IP echipamentelor de rețea
2. **DNS** (Domain Name System) - translatarea numelor în adrese IP
3. **FTP** (File Transfer Protocol) - transfer de fișiere
4. **HTTP** (Hyper Text Transfer Protocol) - aplicații web (prezentare, baze de date, etc.)

1. Modelul de referință OSI

5. **IMAP** (Internet Message Access Protocol) și **POP** (Post Office Protocol) - protocoale folosite de clienții locali de email de preluare a e-mail-urilor de pe servere de email
6. **SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol) - standard pentru transmiterea e-mail-urilor
7. **SNMP** (Simple Network Management Protocol) - administrare și monitorizare
8. **SSH** (Secure Shell) - transmitere securizată a datelor
9. **Telnet** - terminale virtuale

1. Modelul de referință OSI



1. Modelul de referință OSI

Nivelul Prezentare este *nivelul care formatează datele pe care nivelul aplicație al unui sistem le transmite*, pentru ca acestea să fie standardizate și deci să poată fi citite de către nivelul aplicație al altui sistem.

- Atunci când este necesar, nivelul face translație între diferitele formate ale datelor folosind un format comun (cod ASCII) pentru reprezentarea acestora.
- În procesul de încapsulare antetul nivelului 6 (**presentation header**) este adăugat la cel primit de la nivelul 7 și este transmis către nivelul 5.

1. Modelul de referință OSI



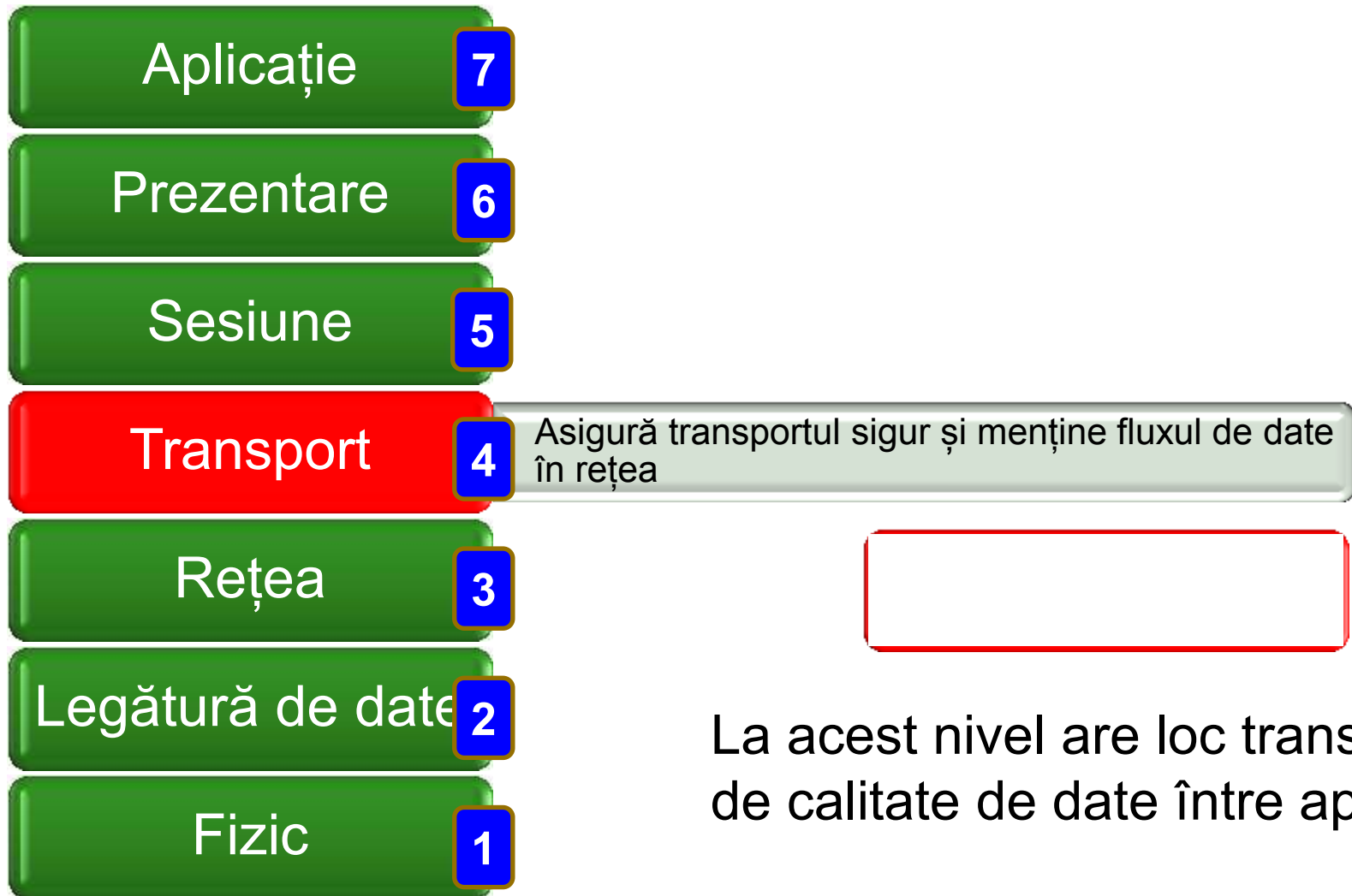
1. Modelul de referință OSI

- După cum spune chiar numele său, **nivelul Sesiune** stabilește, gestionează și finalizează sesiunile de comunicație între aplicații.
- Prin sesiune se înțelege dialogul între două sau mai multe entități.
- Altfel spus, **nivelul Sesiune** este responsabil de crearea conexiunilor, de sincronizarea și menținerea lor și de întreruperea acestora.

1. Modelul de referință OSI

- În plus, acest nivel oferă garanții în ceea ce privește expedierea datelor, clase de servicii și raportarea erorilor.
- *Antetul adăugat la acest nivel se numește **session header**.*
- *Până în acest moment al încapsulării informația transmisă are denumirea de **date**.*
- Protocoale pentru acest strat: **ADSP, NetBEUI, NetBIOS.**

1. Modelul de referință OSI



La acest nivel are loc transportul de calitate de date între aplicații.

1. Modelul de referință OSI

- **Nivelul Transport** are *rolul de a transporta datele în siguranță și de a asigura și menține un flux al acestora.*
- Nivelul furnizează un serviciu pentru transportul datelor către nivelurile superioare și, în special, caută să vadă cât de sigur este transportul prin rețea.
- *Nivelul transport* oferă mecanisme prin care:
 - *stabilește, întreține și ordonă închiderea circuitelor virtuale;*
 - *detectează „căderea” unui transport și dispune refacerea acestuia;*
 - *controlează fluxul de date pentru a preveni rescrierea acestora.*

1. Modelul de referință OSI

- Pentru realizarea acestor responsabilități, datele sunt descompuse în unități mai mici, **segmente**, numite și *unitati de date de nivel Transport* (**transport layer Protocol Data Units - PDUs**) pentru a fi mai ușor administrate.
- Un PDU descrie datele care se deplasează de la un nivel la altul în modelul OSI.
- Antetul (**transport header**) adăugat la acest nivel conține informații legate de porturi, numere de secvență și de confirmare, necesare pentru transferul sigur al datelor.
- Protocoale: **TCP și UDP, SPX, PEP, VOTS.**

1. Modelul de referință OSI



Este unul dintre cele mai complexe niveluri; asigură conectivitatea și selecția căilor de comunicație între două sisteme ce pot fi localizate în zone geografice diferite.

Asigură adresarea logică și selectarea căii de rutare



1. Modelul de referință OSI

- **Nivelul Rețea** adaugă antetul propriu transformând segmentele de la nivelul Transport în **pachete**.
- Acest *antet conține adresele logice ale interlocutorilor precum și informații de control*, rolul acestui nivel fiind:
 - *adresarea între hosturi*
 - și *rutarea pachetelor (găsește cea mai bună cale pe care informația trebuie să o parcurgă pentru a ajunge la destinație)*.
- Protocoale: **ARP** (mapează adrese MAC cu IP), ICMP (folosit pentru anunțarea erorilor), IGP, IS-IS, IGRP, EIGRP, **RIP** (toate sunt protocoale de rutare folosite pentru schimbarea tabelului de rutare între routere), IPX, **IP**.

1. Modelul de referință OSI



La acest nivel are loc controlul accesului la informații.

Protocoale: HDLC, LAPB, LAPD, PPP, SLIP. Multe dintre acestea definesc modalitatea de încapsulare în liniile seriale.



Legătură de date 2

Asigură adresarea fizică și accesul la mediul de transport

1. Modelul de referință OSI

- *Este nivelul care face trecerea datelor din calculator în mediul prin care este trimisă informația (cablu, fibra optică sau unde radio).*
- Acest nivel controlează fluxul de date în mediul de transport, oferă adresarea fizică (adresele MAC). Aici se regăsesc tehnologiile care asigură diferite topologii logice ale rețelelor (Ethernet, IEEE 802.3, IEEE 802.5, FDDI, Token Ring, etc).
- Cu alte cuvinte nivelul **Legătură de date** este *responsabil cu adresarea fizică și cu accesul la mediu (canal de comunicare).*
- La **nivelul Legătură de date** pachetele primite de la nivelul Rețea sunt transformate în **cadre (frame-uri)**.
- *Antetul* adăugat la formarea cadrelor *conține adresa fizică a interlocutorilor*, iar *coada adăugată conține informații pentru corectarea de erori.*

1. Modelul de referință OSI



- Nivelul Fizic definește specificațiile electrice și fizice ale mediilor de comunicare și ale echipamentelor.
- Specificațiile vizează nivelul voltajului din cablu, tipurile de cablu, ratele de transmisie a datelor, distanța maximă de transmisie, conectorii fizici.
- **Nivelul Fizic** transformă **cadrele în biți** pentru a putea fi transmiși prin mediul de comunicare.

Asigură transmisia binară a datelor

Modelul OSI introduce astfel câteva concepte importante care sunt reluate și în alte arhitecturi de comunicație.

Acestea sunt:

- 1. Protocoale:** conțin regulile de comunicare care se stabilesc între două entități de pe același nivel al stivei de protocoale dar de pe sisteme diferite
- 2. Servicii:** includ funcțiile de deservire reciprocă între două nivele succesive ale aceluiași sistem
- 3. Interfețe:** definesc modul de abordare a nivelelor adiacente din stiva de protocoale

Modele de referință

- 1. Modelul de referință OSI**
- 2. Modelul de referință TCP/IP**

2. Modelul de referință TCP/IP

Modelul de referință TCP/IP

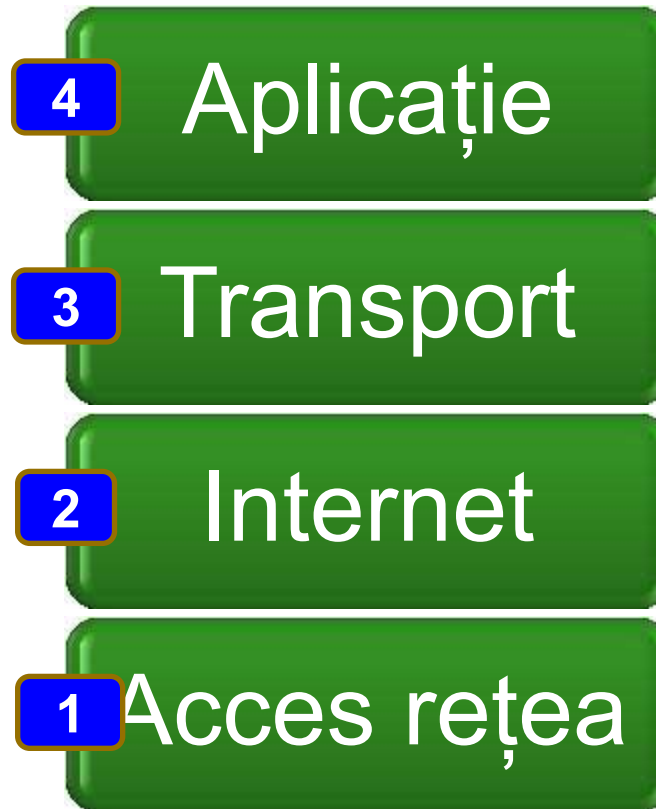
- Deși modelul de referință OSI a fost creat pentru asigurarea interoperabilității echipamentelor de rețea, modelul **TCP/IP** a fost conceput pentru a oferi o referință pentru dezvoltarea de protocoale compatibile.
- Modelul de referință TCP/IP și stiva protocolului TCP/IP (TCP/IP protocol stack) au făcut posibilă comunicarea între două computere aflate în oricare parte a lumii, cu viteza luminii.

2. Modelul de referință TCP/IP

- Astfel, **TCP (Transmission Control Protocol)** are *rolul de împărțire a datelor în pachete și asigură transmiterea corectă a mesajelor între computere.*
- Pachetele sunt numerotate, putându-se verifica primirea lor în forma în care au fost transmise și reconstituirea mesajelor lungi, formate din mai multe pachete.
- **IP (Internet Protocol)** *asigură livrarea pachetelor numai dacă în funcționarea rețelelor nu apar erori.*
- Dacă un mesaj este prea lung, IP cere fragmentarea lui în mai multe pachete.
- Transmiterea pachetelor IP se face între calculatoare gazdă și nu direct între programele de aplicație.
- *Protocolul TCP/IP are avantajul că nu depinde de configurația hardware, de mediile de transmisie, și este suportat de majoritatea sistemelor de operare.*

2. Modelul de referință TCP/IP

Spre deosebire de OSI, modelul TCP/IP are doar patru niveluri:

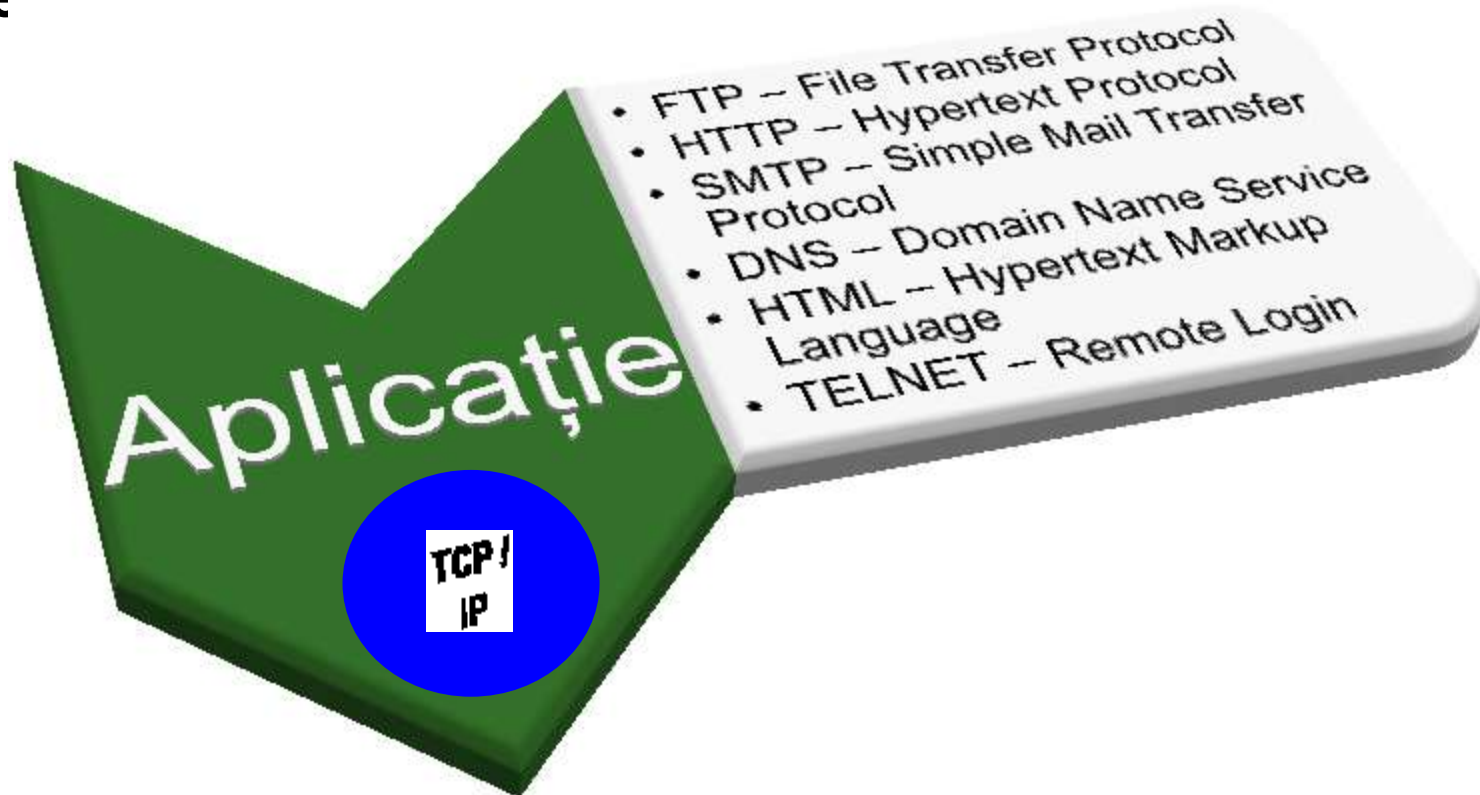


Deși două dintre niveluri au același nume ca la modelul OSI, nu trebuie confundate între ele pentru că fiecare nivel are funcții total diferite pentru fiecare model în parte.

2. Modelul de referință TCP/IP

Nivelul Aplicație

Proiectanții TCP/IP au considerat că protocoalele de nivel superior trebuie să includă detaliile nivelurilor pre-



2. Modelul de referință TCP/IP

- Pur și simplu au creat un nivel **aplicație** care manevreaza protocoalele de nivel superior, problemele de reprezentare, codificările și controlul dialogurilor.
- **TCP/IP** combină toate aceste deziderate într-un singur nivel, care asigură împachetarea corectă a datelor pentru nivelul următor.
- *Nivelul Aplicație oferă servicii de rețea aplicațiilor utilizator cum ar fi browserele web, programele de e-mail, terminalul virtual (TELNET), transfer de fișiere (FTP).*

2. Modelul de referință TCP/IP

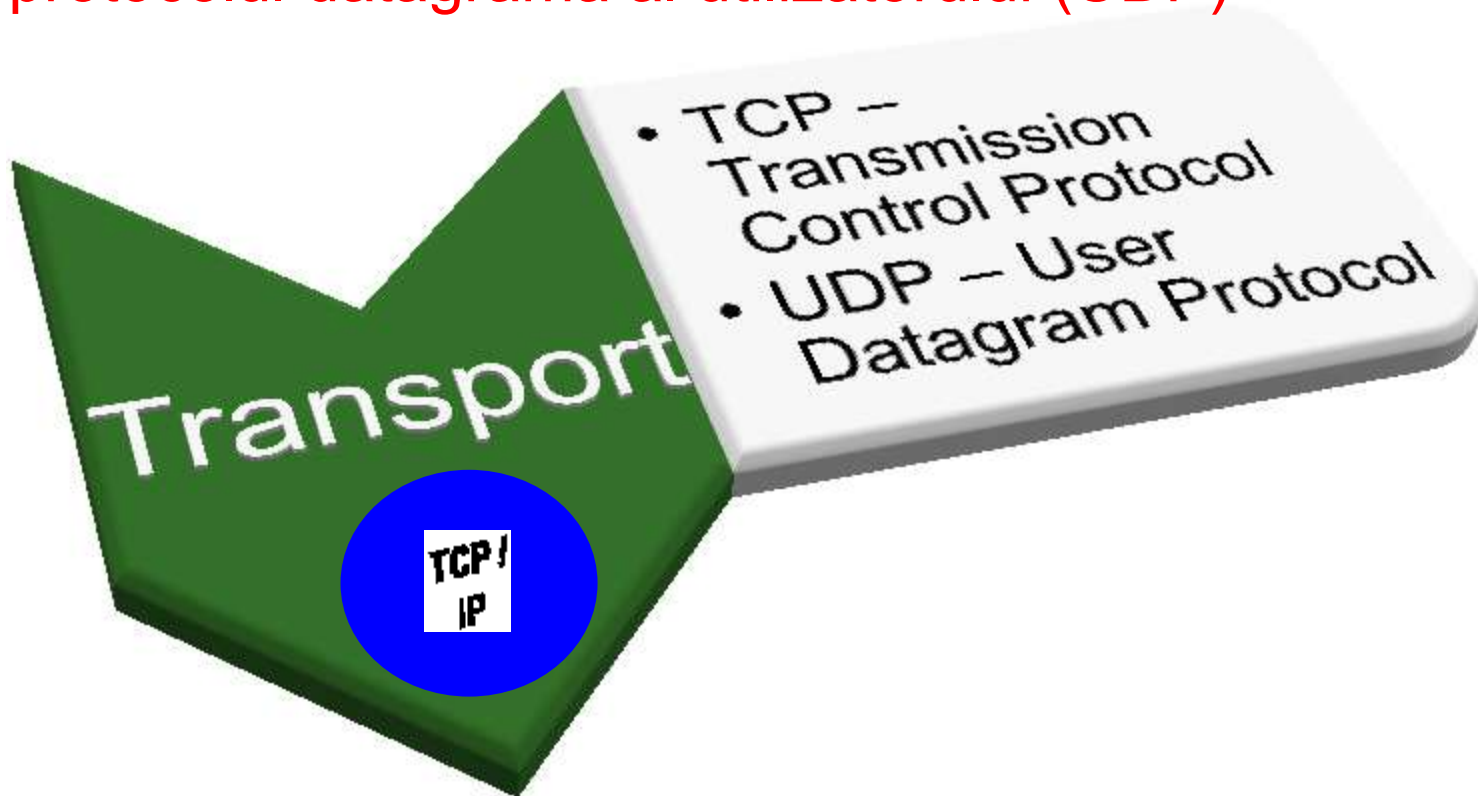
Nivelul Transport

- Nivelul **transport** al modelului TCP/IP *administrează transmisia de date de la un computer la altul, asigurând calitatea serviciului de comunicare, siguranța liniei de transport, controlul fluxului și detecția și corecția erorilor.*
- Una dintre funcțiile acestui nivel este de *a împărți datele în segmente mai mici pentru a fi transportate ușor prin rețea.*
- El este proiectat astfel încât să permită conversații între entitățile pereche din gazdele sursă, respectiv, destinație.

2. Modelul de referință TCP/IP

Nivelul Transport este compus din două protocoale capăt-la-capăt(peer-to-peer):

1. protocolul de control al transmisiei (TCP)
2. protocolul datagrama al utilizatorului (UDP)



2. Modelul de referință TCP/IP

- **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 rețea.*
- Orientarea pe conexiune nu semnifică faptul că există un circuit între computerele care comunică, ci faptul că *segmentele nivelului Aplicație călătoresc bidirecțional între două gazde care sunt conectate logic pentru o anumită perioadă.*
- Acest proces este cunoscut sub denumirea de **packet switching**.
- **TCP/IP fragmentează fluxul de octeți în mesaje discrete și pasează fiecare mesaj nivelului Internet.**
- TCP tratează totodată controlul fluxului pentru a se asigura că un emițător rapid nu inundă un receptor lent cu mai multe mesaje decât poate acesta să prelucreze.

2. Modelul de referință TCP/IP

- Al doilea protocol din acest nivel, **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 sunetului și a imaginilor video.

2. Modelul de referință TCP/IP

- Inițial nivelul **rețea** trebuia *să asigure rutarea pachetelor în interiorul unei singure rețele*.
- Cu timpul a apărut posibilitatea interconexiunii între rețele, astfel încât acestui nivel i-au fost adăugate funcționalități de comunicare între o rețea sursă și o rețea destinație.
- Pe lângă **rolul nivelului Internet** de *a trimite pachete de la sursă spre rețeaua internetwork (dintre rețele) este și cel de a controla sosirea lor la destinație indiferent de traseul sau rețelele traversate până la destinație*.
- Protocolul specific care guvernează acest nivel se numește **protocol Internet (IP)**.
- În acest nivel se realizează alegerea căii optime și distribuirea pachetelor. Acesta este locul unde acționează **routerul** în internet.

2. Modelul de referință TCP/IP

- În stiva TCP/IP, **protocolul IP** asigură rutarea pachetelor de la o adresă sursă la o adresă destinație, folosind și unele protocoale adiționale, precum ICMP sau IGMP.
- Determinarea drumului optim între cele două rețele se face la acest nivel.
- Comunicarea la nivelul IP este nesigură, sarcina de corecție a erorilor fiind plasată la nivelurile superioare (de exemplu prin protocolul TCP).
- În IPv4 (nu și IPv6), integritatea pachetelor este asigurată de sume de control.

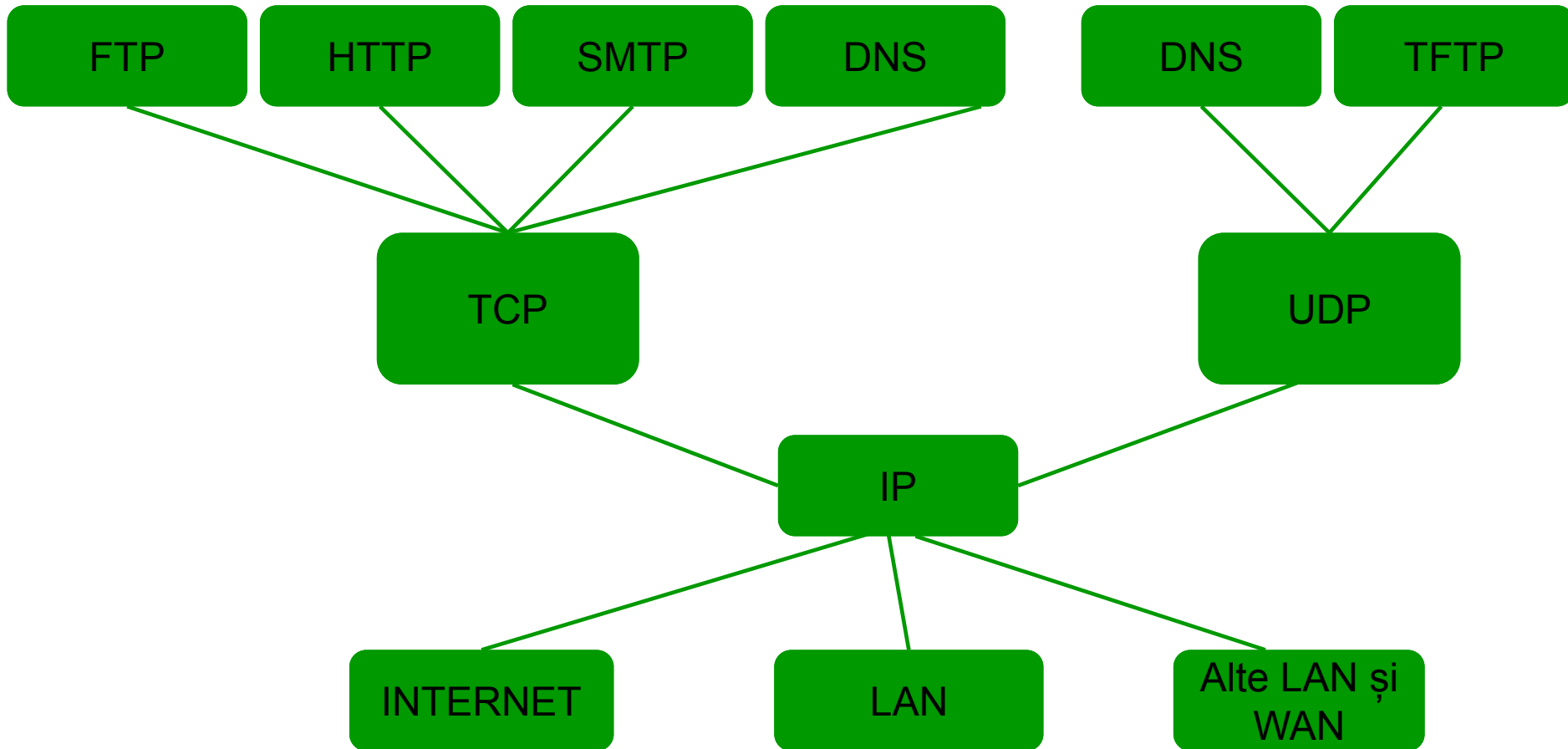
2. Modelul de referință TCP/IP

Nivelul Acces rețea



2. Modelul de referință TCP/IP

Protocoalele TCP/IP

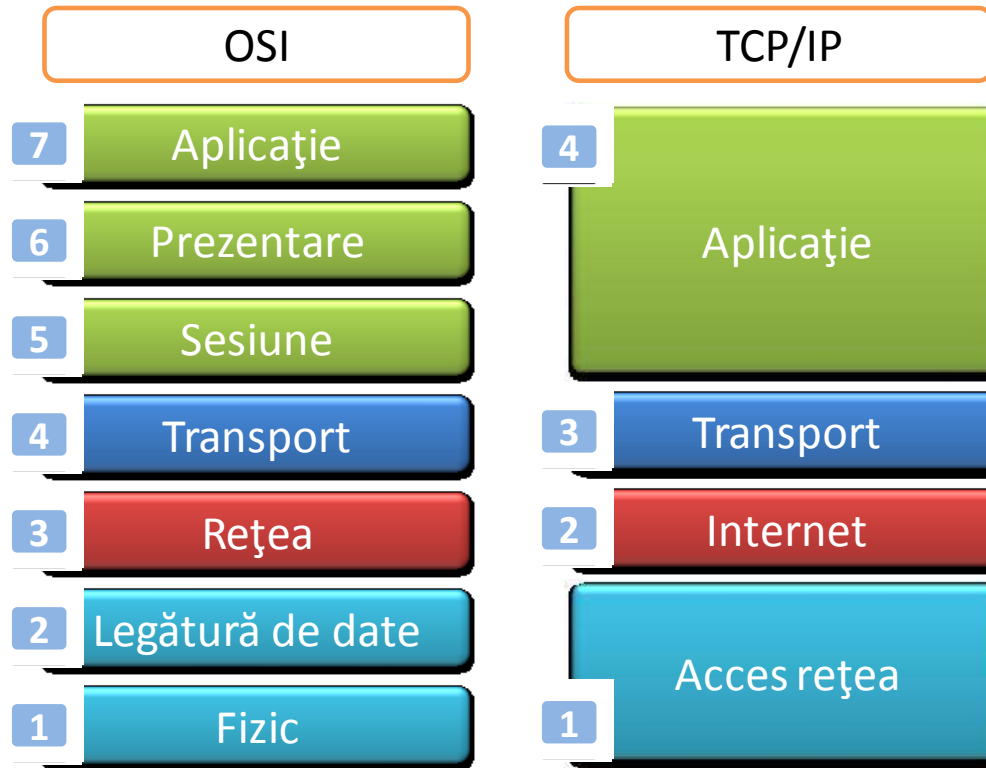


Comparație OSI - TCP/IP

- Modelul OSI și modelul TCP/IP sunt ambele modele de referință folosite pentru a descrie procesul de transmitere a datelor.
- Dar de ce trebuie să le studiem pe amândouă când unul poate ar fi suficient?
- **Modelul OSI** este *folosit pentru dezvoltarea standardelor de comunicație pentru echipamente și aplicații ale diferiților producători*. Specialiștii îl preferă pentru analize mai atente și ca fundament în orice discuție legată de rețele.
- Pe de altă parte este adevărat că **TCP/IP** este *folosit pentru suita de protocoale TCP/IP și este mai folositor pentru că este implementat în lumea reală*.

Comparație OSI - TCP/IP

- Comparând cele două modele de referință (OSI și TCP/IP) vedem diferențe însă sunt și asemănări.
- Deși modelul OSI are 7 niveluri iar TCP/IP are doar 4 niveluri, rolul lor per ansamblu este în final același.



Comparație OSI - TCP/IP

Asemănări

- Ambele au niveluri
- Ambele au nivelul aplicației, deși fiecare conține servicii diferite
- Ambele au nivelurile rețelei și transportului comparabile
- Ambele folosesc tehnologia de tip **packet switching** (nu tehnologia circuit switching)
- Administratorii de rețea trebuie să le cunoască pe amândouă

Comparație OSI - TCP/IP

Deosebiri

- TCP/IP combină în nivelul său **Aplicație (4)** nivelele **Aplicație (7)**, **Prezentare (6)** și **Sesiune (5)** din modelul OSI.
- TCP/IP combină nivelul **Legătură de date (2)** și nivelul **Fizic (2)** din modelul OSI într-un singur nivel numit **Acces Rețea (1)**.
- TCP/IP pare a fi mai simplu deoarece are mai puține niveluri.
- Protocoalele TCP/IP reprezintă standardele pe baza cărora s-a dezvoltat Internetul.
- Rețelele tipice nu sunt construite pe baza protocoalelor OSI, deși modelul OSI este considerat ca ghid.
- TCP / IP folosește protocolul UDP care nu garantează întotdeauna livrarea de pachete precum face nivelul transport din modelul OSI.

Concluzii

Avantajele oferite de împărțirea rețelelor în niveluri sunt:

- Standardizarea componentelor rețelelor, permițând astfel crearea acestora de către diversi producători.
- Permitearea comunicării între tipuri diferite de componente software și hardware.
- Previne ca schimbările apărute într-un nivel să nu afecteze celelalte niveluri, permițând astfel dezvoltarea rapidă a acestora.
- Fenomenul de comunicare în rețea este descompus în părți mai mici și implicit mai simple.
- Comunicarea prin rețea devine mai puțin complexă, înțelegerea și învățarea modului în care informația este trimisă și primită devenind mai ușor de făcut.

Întrebări?