

1. Rețele de Calculatoare



Cuprins

- 1. Introducere în rețele de calculatoare
 - 1.1. Clasificarea rețelelor de calculatoare
 - 1.2. Modelul de referință OSI
 - 1.3. Arhitectura TCP/IP
 - 1.4. Avantajele si dezavantajele TCP/IP
 - 1.5. Încapsularea și decapsularea datelor
 - 1.6. Echipamente de interconectare a rețelelor
 - 1.7. Monitorizarea rețelelor
 - 1.8. Măsurarea vitezei de transfer a informațiilor

Rețea de calculatoare = un ansamblu de noduri de rețea interconectate între ele prin intermediul unor echipamente de comunicație, asigurând folosirea în comun, de către un mare număr de utilizatori, a tuturor resurselor fizice (hardware), logice (aplicații software) și informaționale (baze de date) ale ansamblului.



Clasificarea rețelelor de calculatoare

După **tehnologia de transmisie**:

- **rețele cu difuzare (broadcast)** - au **un** singur canal de comunicație care este partajat de toate calculatoarele din rețea. Mesajul poate fi adresat unui singur calculator, tuturor calculatoarelor din rețea (difuzare) sau la un subset de calculatoare (trimitere multiplă). Acest mod de transmitere este caracteristic rețelelor LAN.
- **rețele punct - la – punct** - dispun de numeroase conexiuni între perechi de calculatoare individuale. Pentru a ajunge de la calculatorul sursă la calculatorul destinație, un pachet s-ar putea să fie nevoit să treacă prin unul sau mai multe calculatoare intermediare, pe trasee multiple, de diferite lungimi.

După tipul sistemului de operare utilizat:

- **rețele peer-to-peer**
 - partajarea resurselor este făcută de către calculatoarele din rețea.
 - implică costuri mici și sunt utilizate de către firmele mici;
 - se utilizează atunci când zona este restrânsă, securitatea datelor nu este o problemă, organizația nu are o creștere în viitorul apropiat;
 - toate calculatoarele sunt egale; fiecare nod de rețea este și client și server, neexistând un administrator responsabil pentru întreaga rețea;
- **rețele bazate pe server** - au în componență un server specializat: de fișiere și de tipărire; de aplicații; de poșta; de fax; de comunicații.

Avantajele rețelelor bazate pe server:

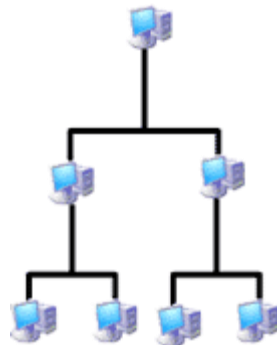
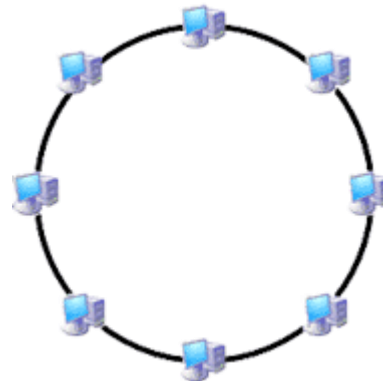
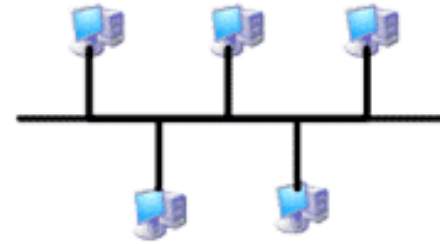
- partajarea resurselor (disc, directoare, fișiere, imprimante, etc.);
- securitate, administrare centralizată a datelor;
- salvarea de siguranță a datelor;
- lucru în echipă, număr mare de utilizatori.

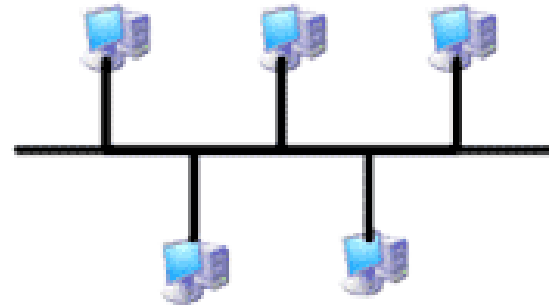
După mărimea rețelei:

- **rețele personale (PAN)** – sunt rețele de mici dimensiuni, care se întind pe o distanță de până la 10m.
- **rețele locale (LAN)** - rețele localizate într-o singură clădire sau într-un campus de cel mult câțiva kilometri;
- **rețele metropolitane (MAN)** - rețele care se pot întinde într-o zonă de pe suprafața unui întreg oraș.
- **rețele larg răspândite geografic (WAN)** - rețele care ocupă arii geografice întinse, ajungând la dimensiunea unei țări sau al unui întreg continent.
- **Internet**

După **topologia fizică** utilizată:

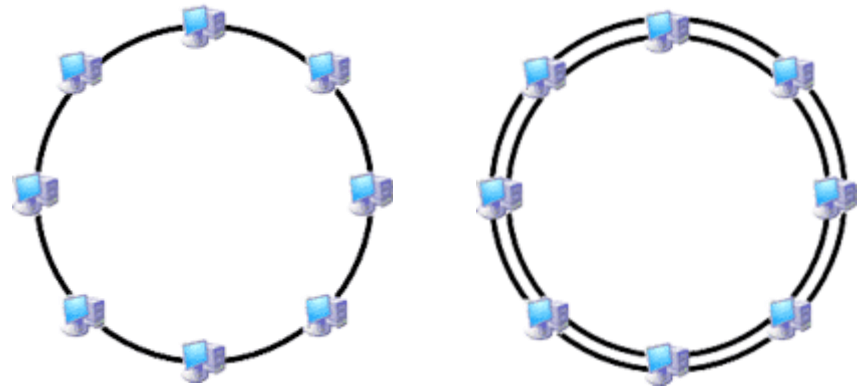
- rețele tip **magistrală** (bus);
- rețele tip **stea** (star);
- rețele tip **inel** (ring);
- rețele tip **arbore** (tree);
- rețele **combinate**;





Topologia bus - are următoarele caracteristici:

- transmisia datelor se face la o rată de transfer de 10Mbps;
- folosește cablu coaxial și mufe BNC;
- orice defect duce la întreruperea întregii rețele;
- găsirea locului defect este foarte greoaie;
- necesită costuri reduse;
- cantitate de cablu redus;
- are sensibilitate redusă la influențe electromagnetice;
- se pot folosi plăci de rețea mai vechi.



Topologia inel

- a fost dezvoltată în anii '70.
- toate sistemele sunt legate succesiv între ele, două câte două, ultimul sistem fiind conectat la primul sistem.
- fiecare sistem recepționează informația transmisă pe buclă și-l retransmite mai departe, copiind mesajul dacă îi este destinat.
- mesajul emis de un sistem va fi retras din buclă atunci când îi va reveni după parcurgerea buclei. Pentru ca defectarea unui sistem să nu provoace întreruperea buclei, fiecare sistem este prevăzut cu un mecanism pasiv de șuntare.
- există două tipuri de bucle: bucla unidirecțională și bucla dublă. În general bucla este unidirecțională, dar prin introducerea unei bucle, în care semnalele circula în sens invers, se crește fiabilitatea rețelei.



Topologia stea – are următoarele caracteristici:

- sistemele sunt conectate la un nod central. Orice comunicație între două sisteme trece prin nodul central, care se comportă ca un comutator;
- transferul informației se face punct-la-punct, dar cu ultimele tipuri de comutatoare este posibilă și un transfer punct-la-multipunct.
- dezavantajele sunt: la defectarea nodului central comunicarea nu mai este posibilă, și extensia rețelei este limitat la capacitatea nodului central.

Definiții

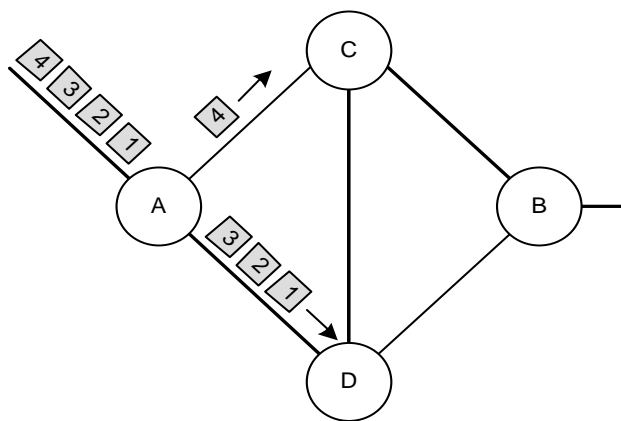
Un **serviciu de rețea** definește sau descrie o funcție și un scop (exemplu: detecția erorilor). Un serviciu este un set de primitive (operații) pe care un nivel le furnizează nivelului de deasupra sa. Serviciul definește ce operații este pregătit nivelul să îndeplinească pentru utilizatorii săi, dar nu spune nimic despre cum sunt implementate aceste operații.

Un **protocol de rețea** este un set de reguli care guvernează formatul și semnificația cadrelor, pachetelor sau mesajelor schimbate între ele entitățile pereche dintr-un nivel. Entitățile folosesc protocoalele pentru a implementa serviciului lor.

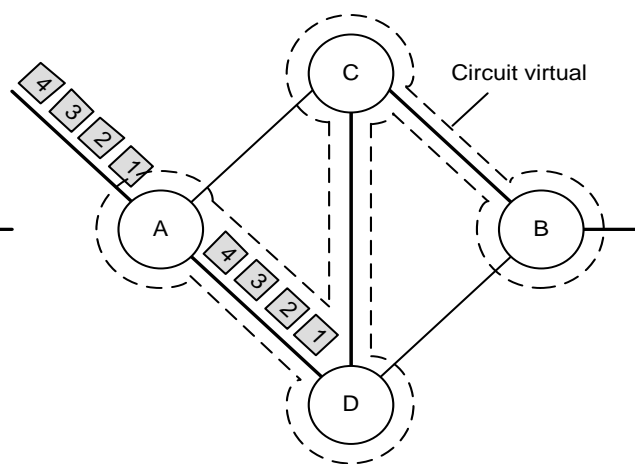
Din punct de vedere al conexiunii realizate între cele două calculatoare din rețea, serviciile pot fi de două feluri:

- servicii orientate pe conexiune
- servicii fără conexiune.

- **serviciu fără conexiune** - are următoarele caracteristici:
 - nu implică stabilirea unei conexiuni între sursă și destinație;
 - unitățile de date sunt prelucrate independent;
 - nu se verifică dacă recepția se face în ordinea în care au fost transmise;
 - nu se transmit confirmări de recepție;
 - nu se face nici controlul fluxului și nici corectarea erorilor.
- **serviciu orientat pe conexiune**
 - înainte de a începe transferul datelor între sursă și destinație, se creează un circuit virtual care este menținut până când încetează transferul de date;
 - recepția datelor se realizează în ordinea în care au fost transmise;
 - se face corectarea unităților de date afectate și controlul fluxului de date.
- **serviciul fără conexiune și cu confirmare** - un compromis între celelalte două tipuri de servicii. Unitățile de date sunt transmise independent una după alta, fiecare fiind confirmată la destinație.



serviciu fără conexiune



serviciu orientat pe conexiune

Elementele principale ale unui protocol:

- Sintaxă
 - Formatul datelor
 - Nivelul semnalului (electric, optic etc.)
- Semantică
 - Controlul informației
 - Detecția și corecția erorilor
- Sincronizare
 - Secvențiere
 - Sincronizarea vitezelor de transmisie/recepție

Modelul de referință OSI

Modelul OSI = un model dezvoltat de ISO, pentru o rețea ideală și acest model se folosește pentru a construi rețele reale.

Caracteristicile modelului OSI

• **Stratificarea** = modelul OSI este format din șapte nivele, pentru a permite o organizare în module funcționale bine definite:

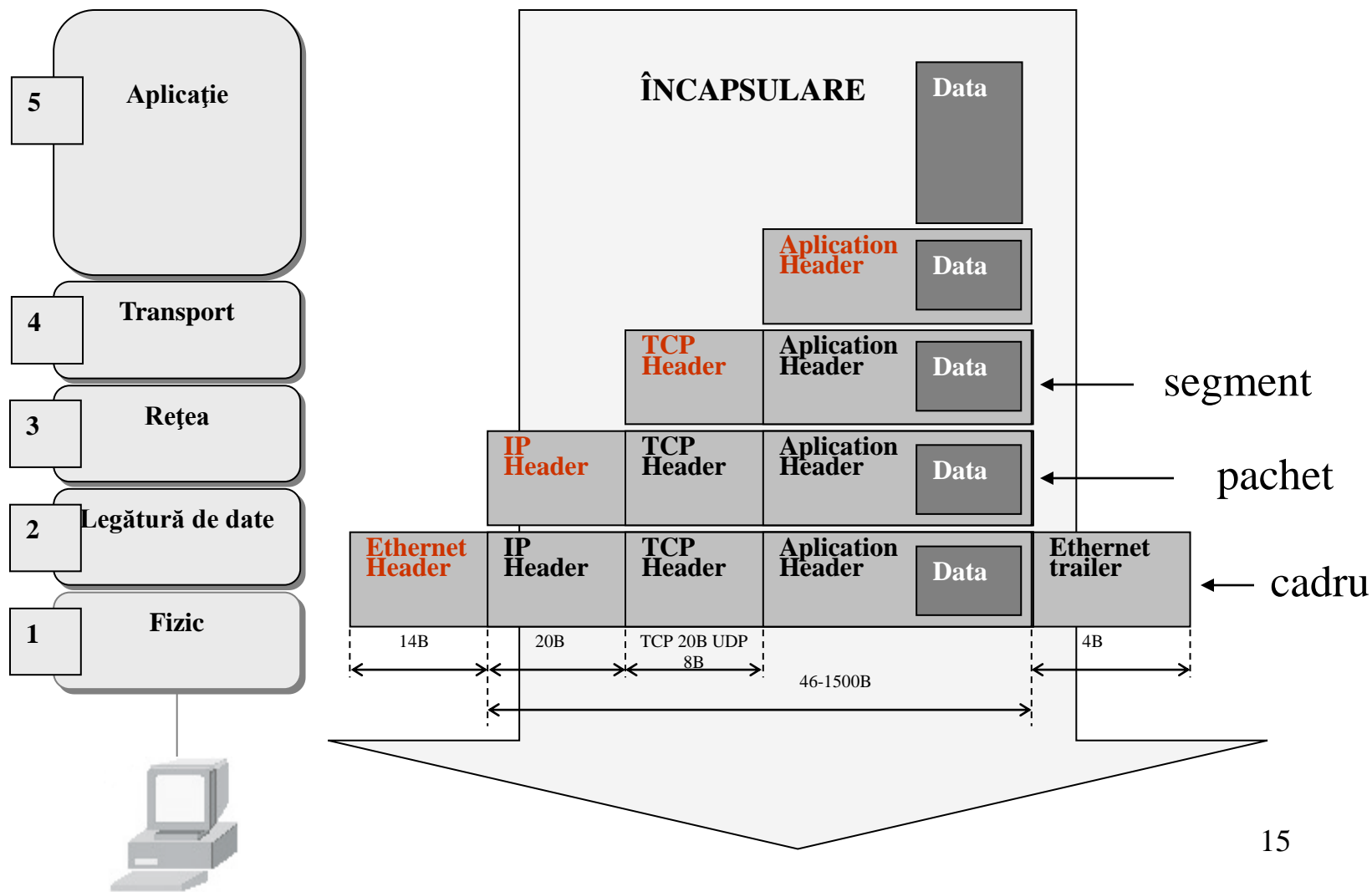
- fiecare nivel este responsabil pentru realizarea unui subset de funcții necesare procesului de comunicare;
- fiecare nivel oferă funcții sau servicii specifice nivelelor adiacente, protejând nivelul de deasupra de detaliile legate de implementarea funcțiilor de nivel inferior.
- **Încapsularea** = se adaugă antete la pachetul de date
- **Decapsularea** = se elimină antetele din pachetul de date

ISO – International Standards Organization

OSI – Open System Interconnection

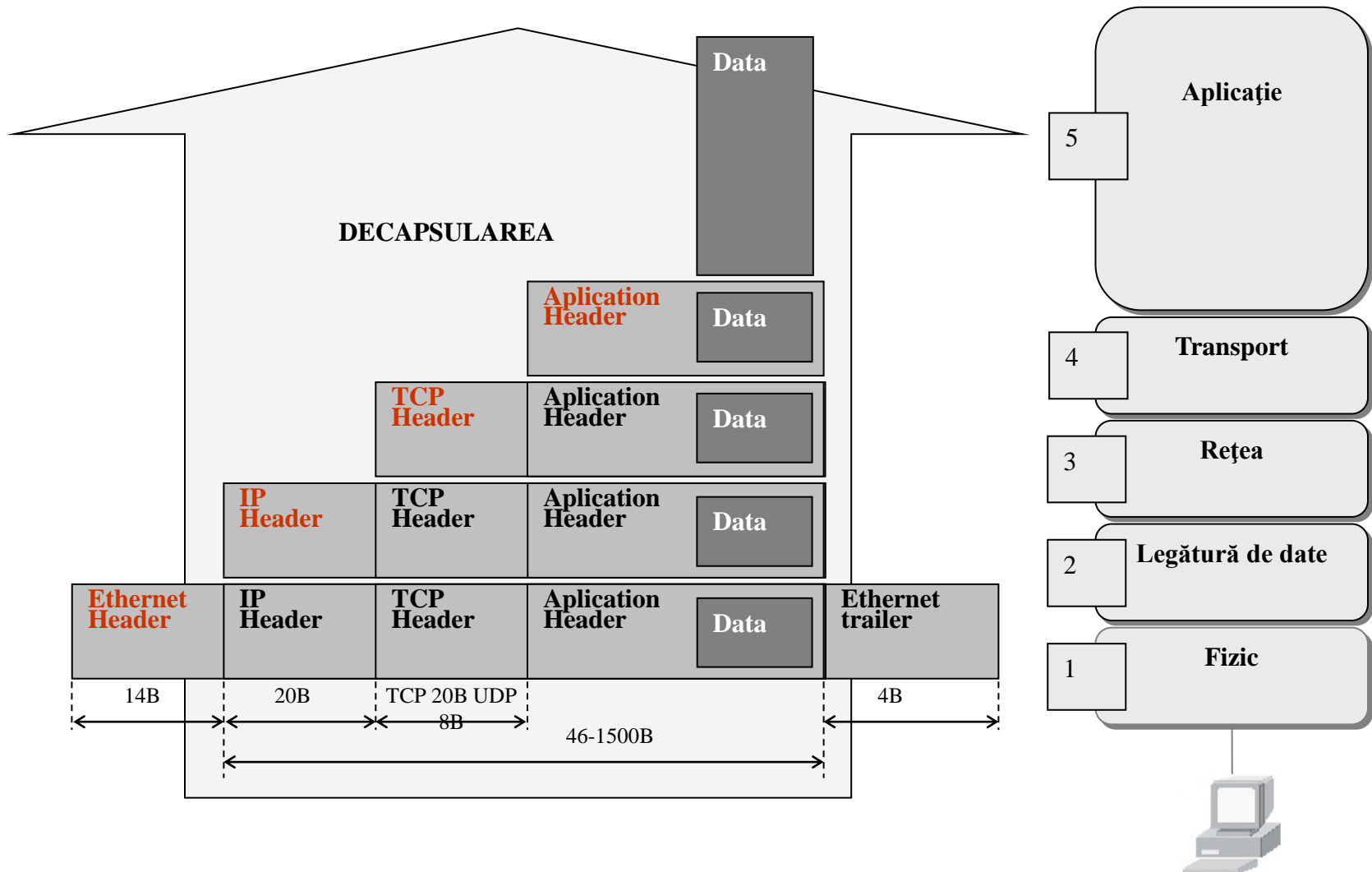
Încapsularea datelor

Înainte ca datele să fie transmise, ele trec printr-un proces numit încapsulare: se adăugă un antet și un trailer la fiecare nivel.

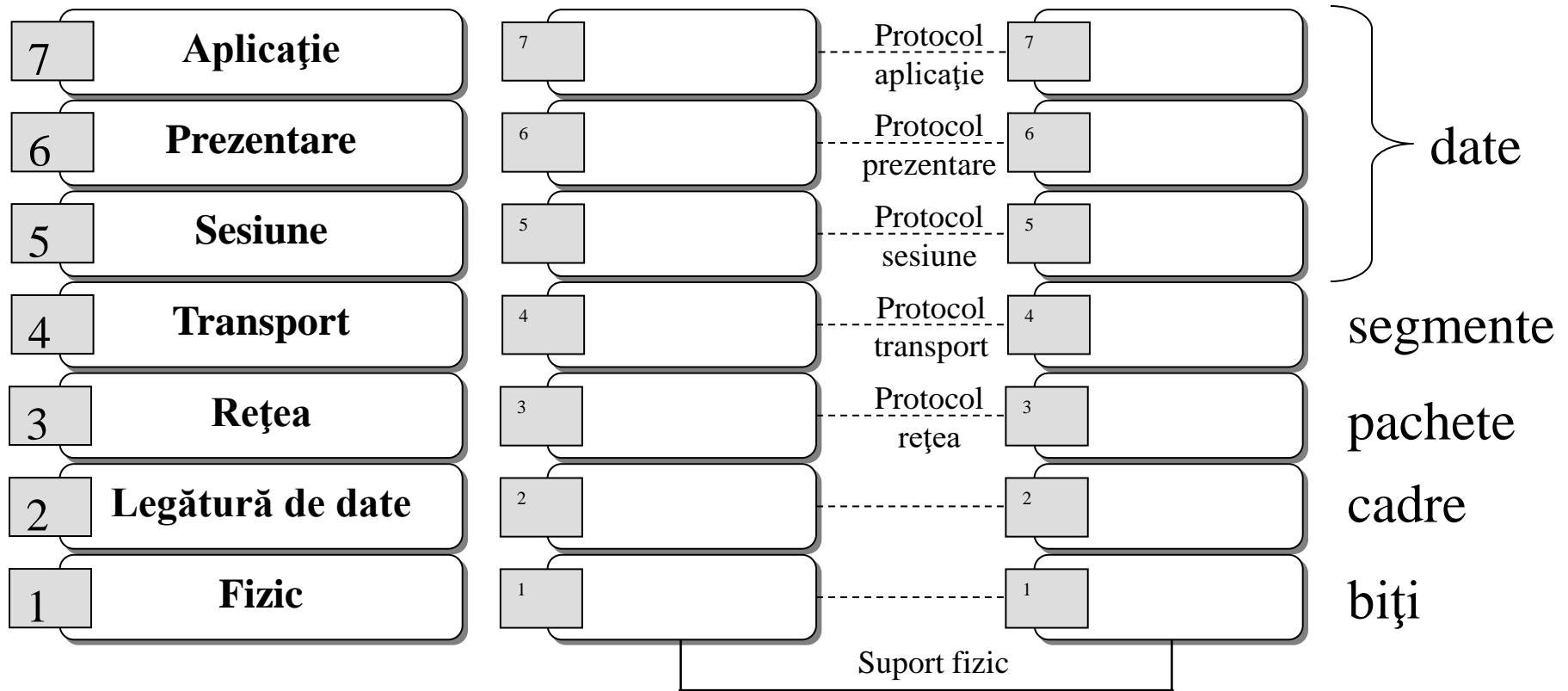


Decapsularea datelor

La recepție datele sunt decapsulate: fiecare nivel analizează antetul propriu și prelucrează sau pasează cadrul/pachetul/segmentul la nivelul superior.



Nivelele modelului de referință OSI



Nivelele modelului OSI

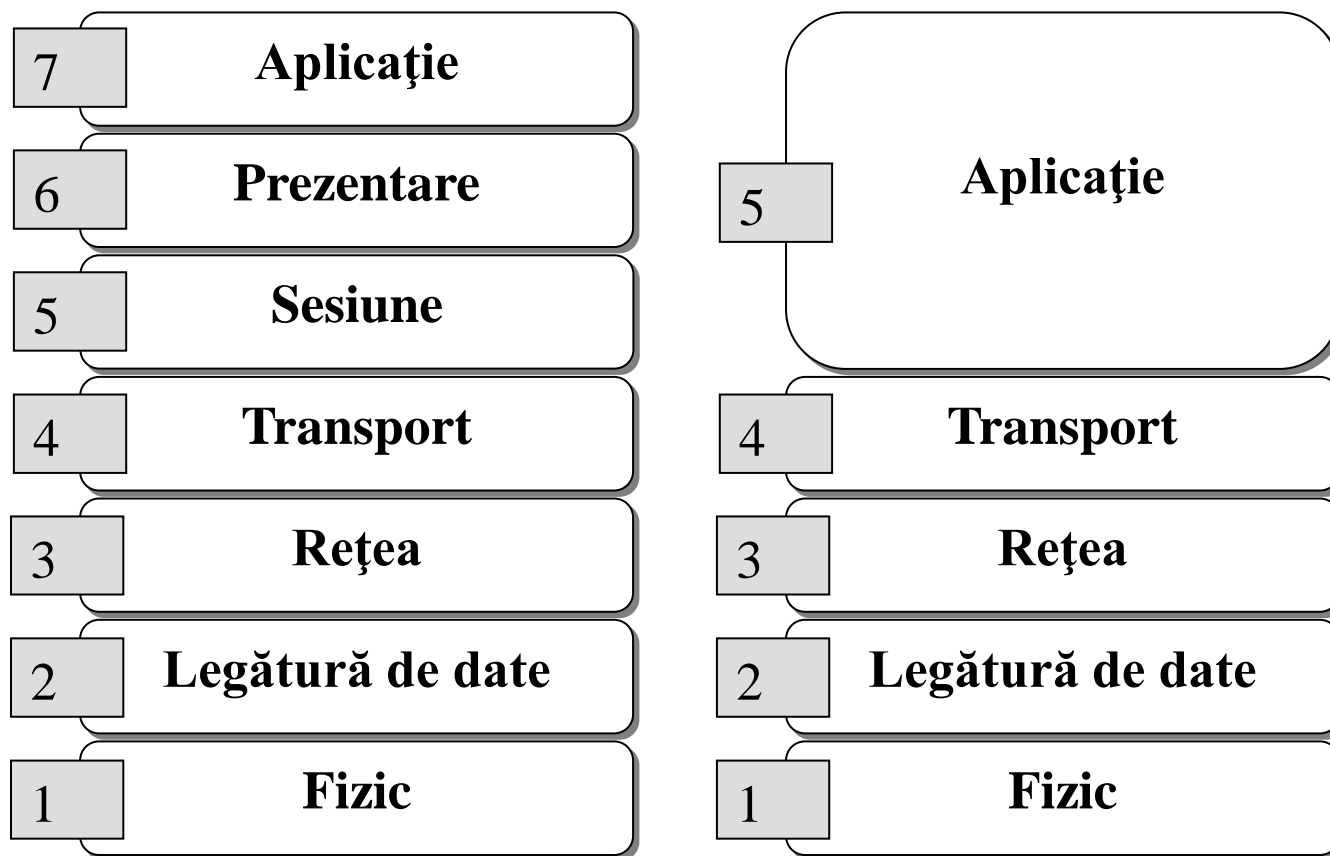
- (1) Fizic - Specificații privind interfața fizică între dispozitive și medii de transmisie
 - Mecanice
 - Electrice
 - Funcționale
 - Procedurale
- (2) Legătură de Date - Specificații privind modul de activare, menținere și dezactivare a unei legături
 - Detecție și corecție erori
 - Controlul fluxului
 - Adresare hardware
 - Topologie la nivel fizic
- (3) Rețea
 - Transportul informației în rețea, dirijare
 - Topologie la nivel logic
 - Adresare la nivel logic

Nivelele modelului OSI (cont)

- (4) Transport
 - Schimbul de date între sistemele finale
 - Controlul erorilor
 - Controlul fluxului
 - Livrarea în ordine
 - Fără pierderi
 - Fără duplicate
 - Calitatea serviciilor - congestie
- (5) Sesiune
 - Activare, întreținere și întrerupere a sesiunilor de comunicații între aplicații
 - Controlul dialogului între aplicații
 - Refacerea sesiunilor
- (6) Prezentație
 - Formatul și codificare datelor
 - Compresia datelor
 - Criptarea
- (7) Aplicație
 - Interfață între aplicații și modelul OSI (accesul aplicațiilor la stiva OSI)

Arhitectura TCP/IP

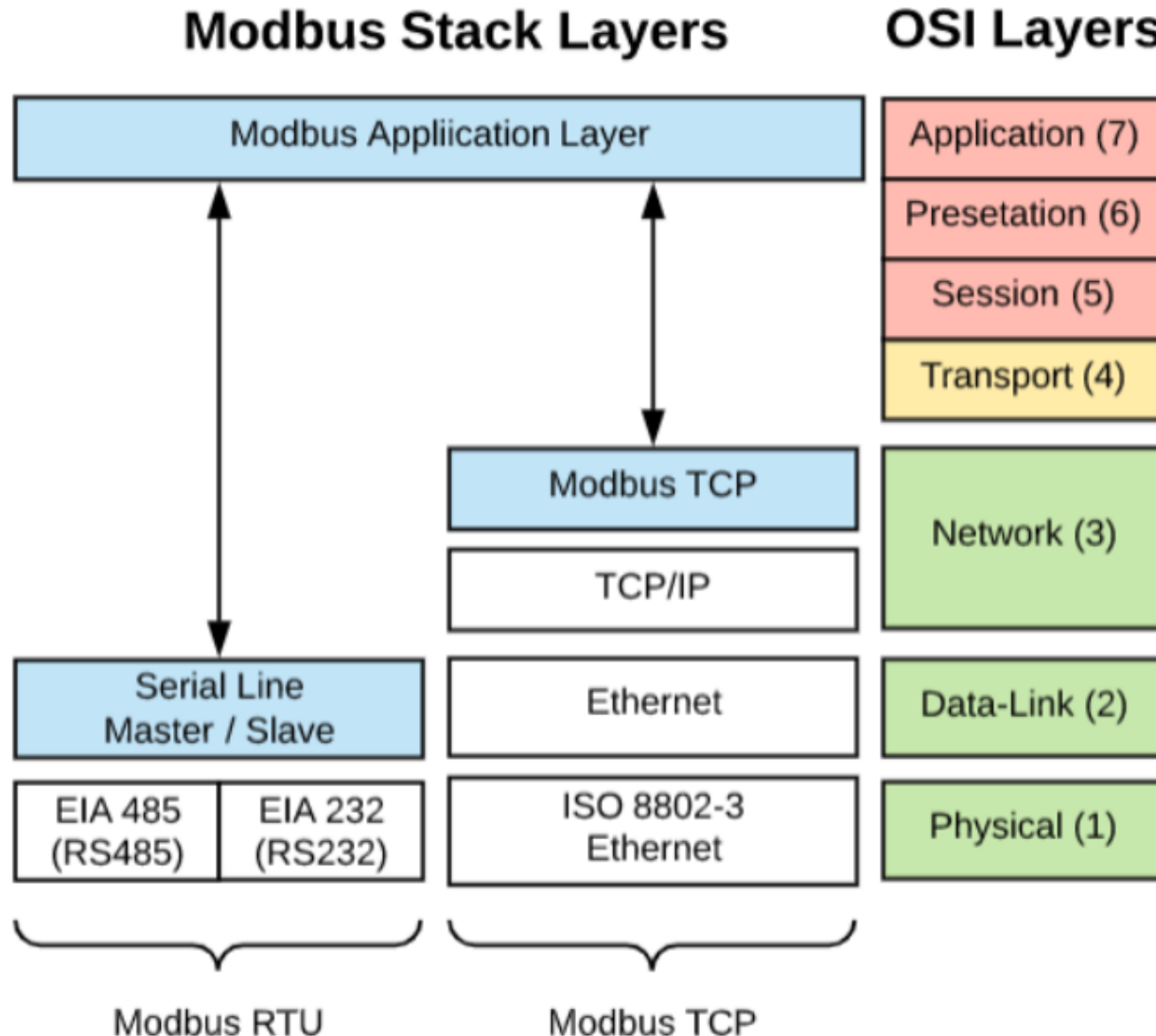
- Dezvoltat de DARPA pentru rețea cu comutare de pachete



Modelele OSI și TCP/IP

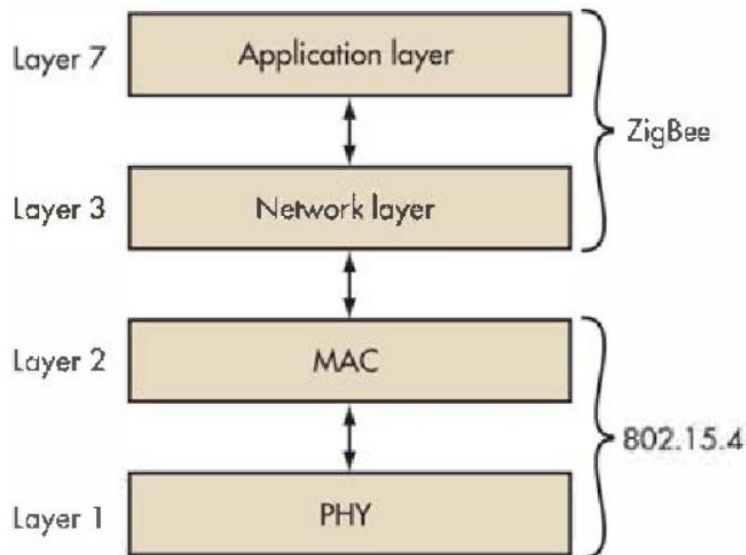
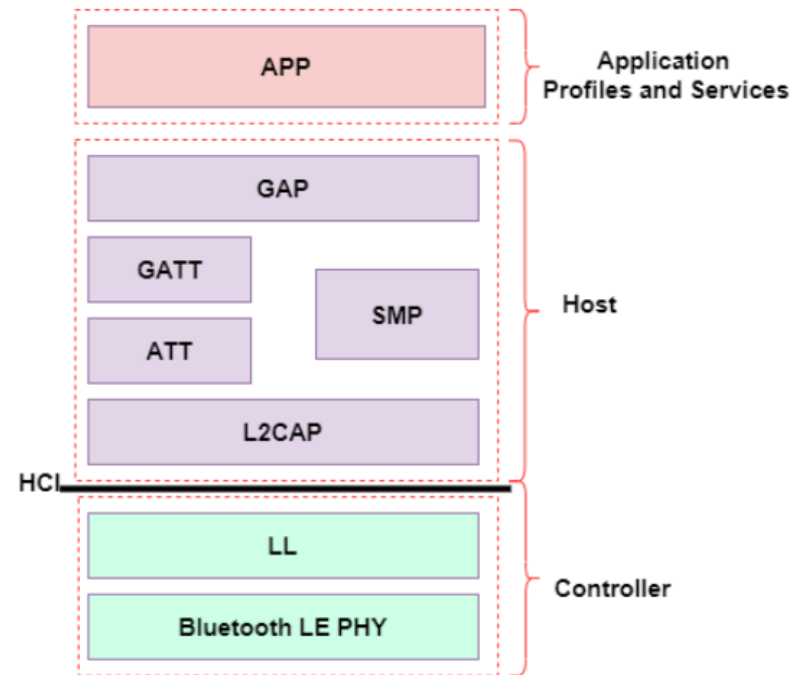
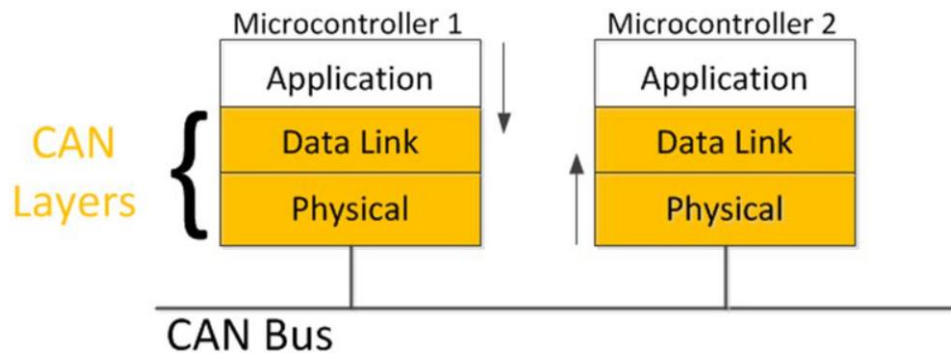
- Aplicație
 - Suport pentru aplicațiile utilizator: HTTP, SMTP etc.
- Transport
 - TCP
 - Transport *end to end*
 - Livrare în ordine fără erori
- Rețea / Internet
 - Sistemele finale pot face parte din rețele diferite
 - Funcții de dirijare a pachetelor
 - Funcții de comutare a pachetelor în sistemele *multihomed*
 - Implementat în sistemele finale și intermediare (*router*)
- Legătură de date / Acces la rețea
 - Schimbul de date între sistemele finale și rețea
 - Adresare la nivel fizic
 - Controlul fluxului de date în rețeaua locală
 - Controlul erorilor
- Fizic
 - Interfața fizică între dispozitiv și mediul de transmisie
 - Caracteristici ale mediului de transmisie:
 - Nivele de semnal
 - Lărgime de bandă

Exemple de rețele care au la bază modelul OSI

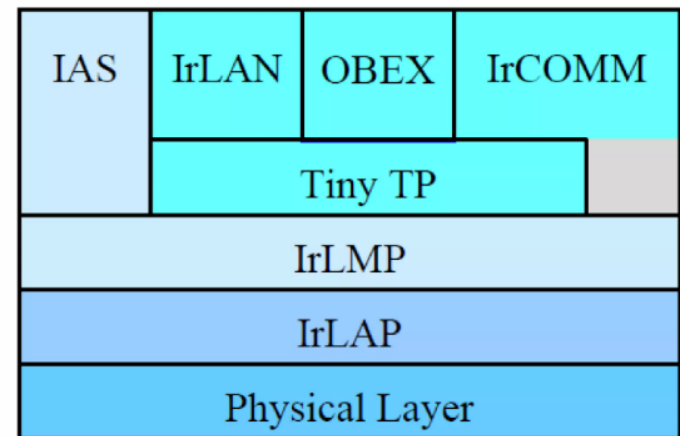


CANBUS and the OSI Model

- ▶ CAN is a closed network
 - - no need for security, sessions or logins.
 - - no user interface requirements.
- ▶ Physical and Data Link layers in silicon.



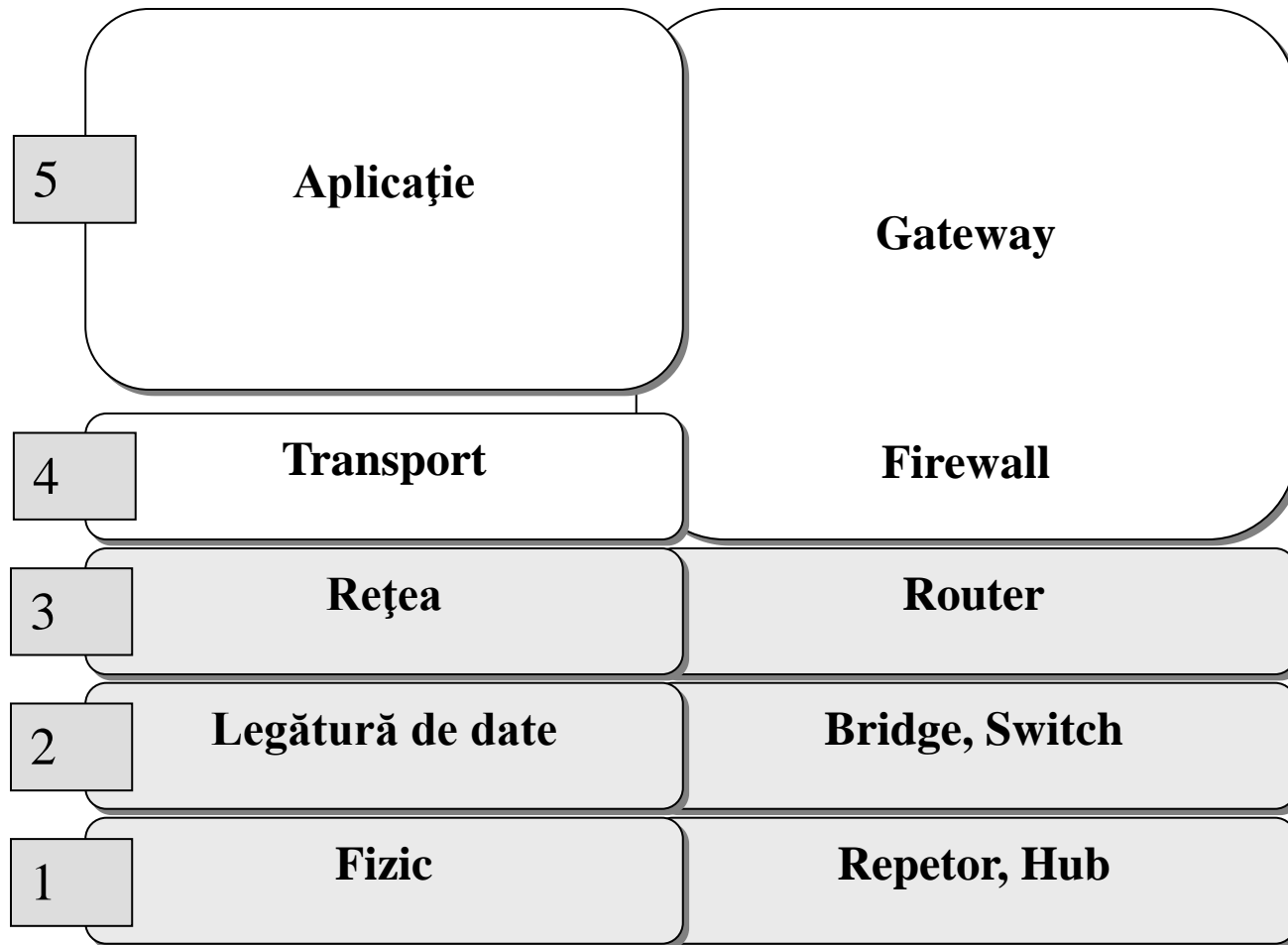
IrDA Protocol Stack



Stiva de protocole TCP/IP

7 Application	SSH, HTTP, FTP, LPD, SMTP, Telnet, TFTP, EDI, POP3, IMAP, SNMP, NNTP, S-RPC, and SET
6 Presentation	Encryption protocols and format types, such as ASCII, EBCDICM, TIFF, JPEG, MPEG, MIDI
5 Session	SMB, RPC, NFS, and SQL
4 Transport	SPX, SSL, TLS, TCP, and UDP
3 Network	ICMP, RIP, OSPF, BGP, IGMP, IP, IPsec, IPX, NAT, and SKIP
2 Data Link	ARP, SLIP, PPP, L2F, L2TP, PPTP, FDDI, ISDN
1 Physical	EIA/TIA-232, EIA/TIA-449, X.21, HSSI, SONET, V.24, V.35, Bluetooth, 802.11 - Wifi, and Ethernet

Echipamente de interconectare



Avantajele și dezavantajele TCP/IP

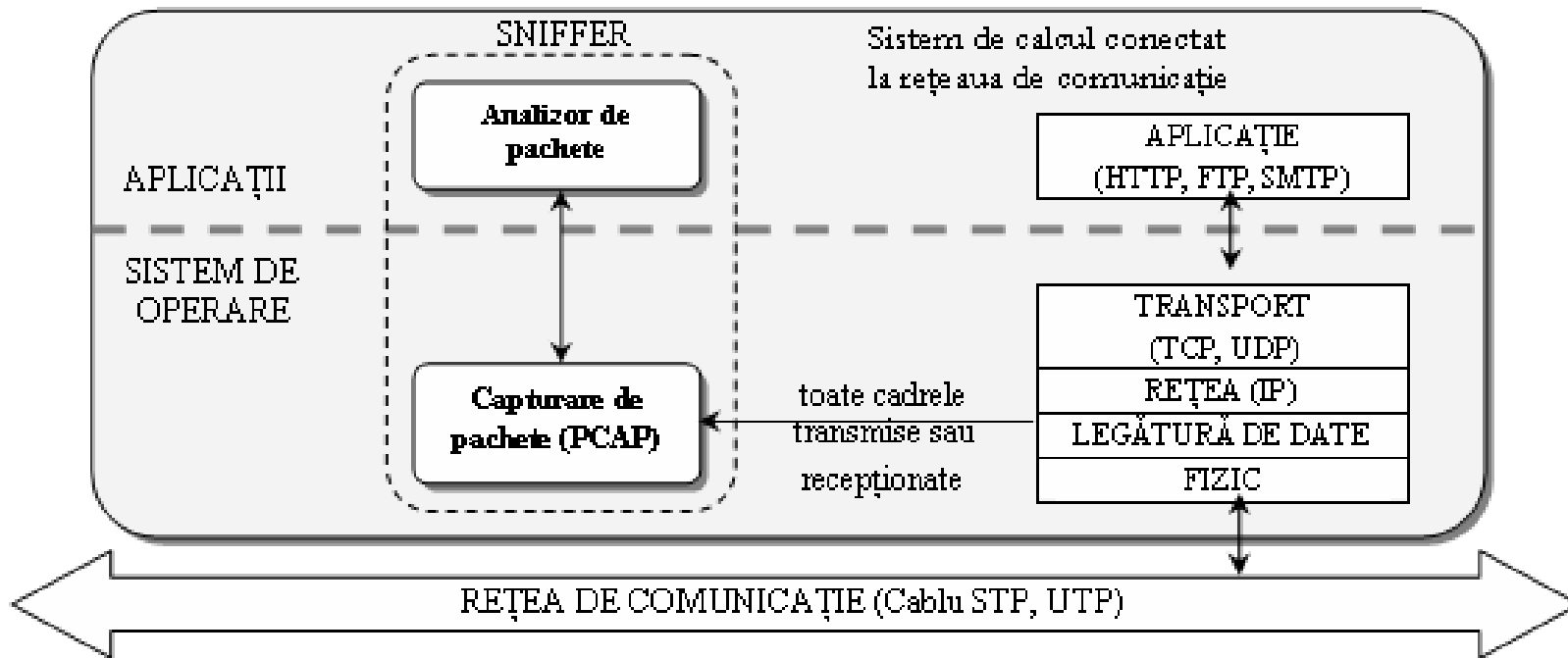
Avantaje:

- facilități importante pentru funcția de routare între subrețele
- dezvoltat pe toate sistemele de operare
- ușor de instalat și configurat
- alocarea unor domenii centralizate: ceea ce permite administrarea ușoară a foarte multe subrețele

Dezavantaje:

- Momentan nu se cunosc dezavantaje majore față de alte sisteme

Monitorizarea rețelelor



- captează traficul din rețea și face o analiză detaliată
- detectează pachete eronate
- interpretează datele transmise binar
- monitorizează rețeaua în timp real
- încearcă rețeaua prin generarea de pachete

- filtrează protocoale – numai anumite protocoale să fie analizate
- detectează posibilele atacuri din interiorul rețelei
- detectează gâtuirile de rețea
- este destinat pentru toate tipurile de rețele: Ethernet, Gigabit Ethernet, Token Ring, FDDI, ATM, Wireless LAN.

Pentru capturarea pachetelor, placa de rețea se poate seta în următoarele moduri:

- **modul normal** – capturează doar pachetele de date transferate pe sistemul pe care este instalat programul de monitorizare
- **modul promiscuous** - capturează toate pachetele de date transferate prin rețea. În acest mod, se pot captura pachetele broadcast, pachetele multicast, etc.

Una dintre metodele de protecție împotriva captării informațiilor personale este **criptarea datelor**.

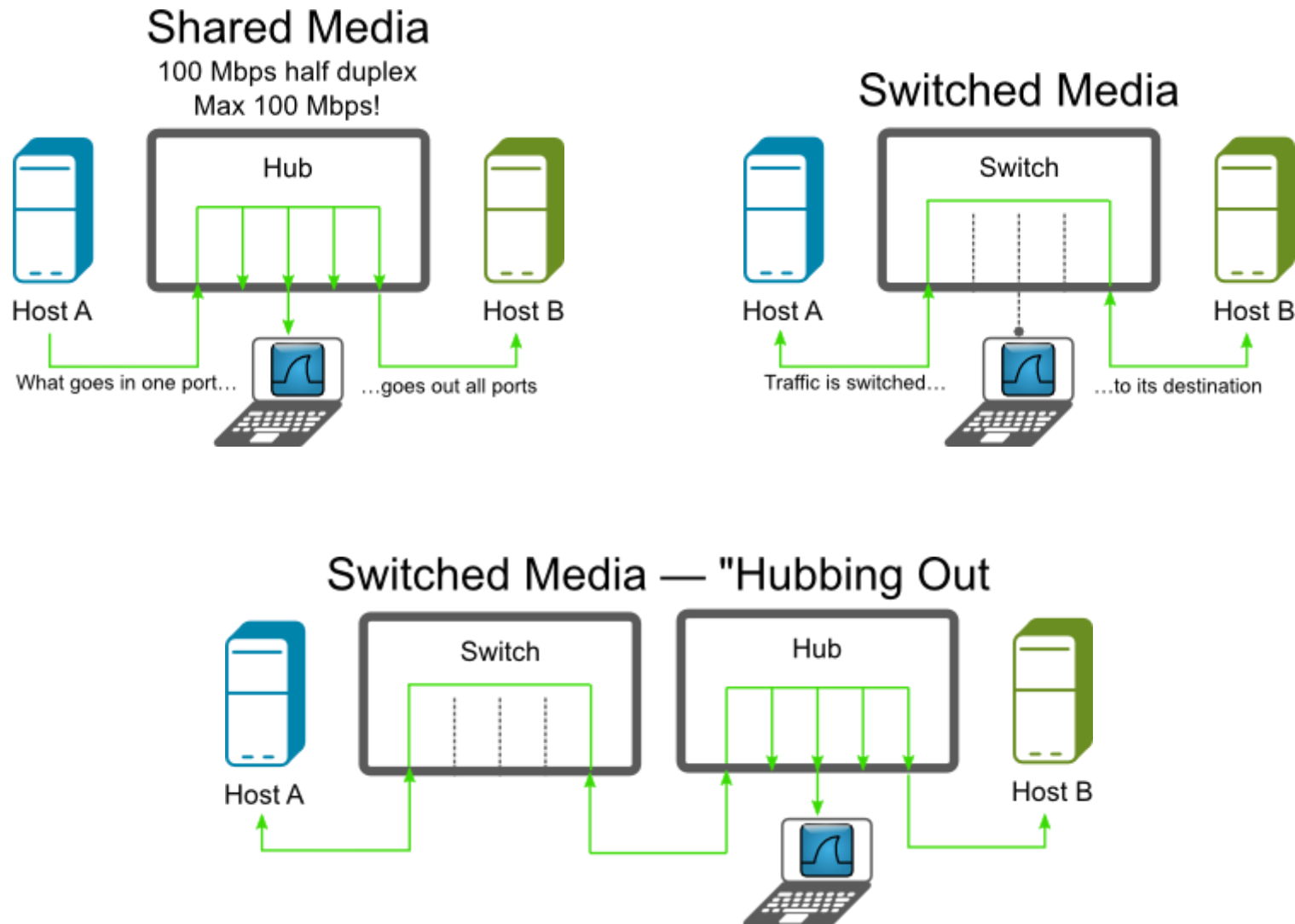
Metode de criptare folosite:

- **SSL** (Secure Socket Layer) – permite transferul de informație criptat și este folosit de browser-e în e-commerce .
- **PGP** (Pretty Good Privacy) – permite criptarea e-mail-urilor
- **SSH** (Secure Shell) – folosit pentru conectarea la un nod din Internet.
- **VPN** (Virtual Privat Network) – reprezintă o rețea sigură în Internet între două noduri de rețea.

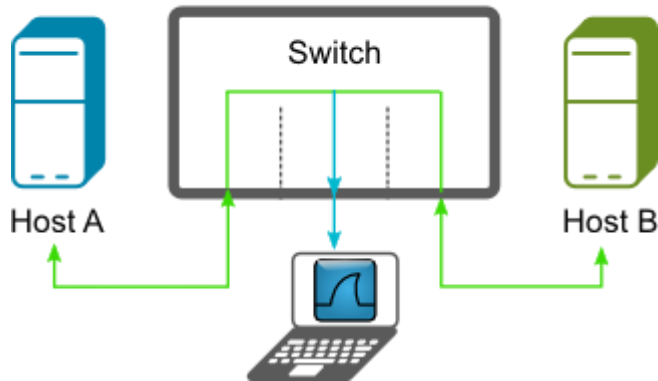
Programele de monitorizare se folosesc în special de administratorii de sisteme de calcul. Dacă într-o rețea se folosesc aceste aplicații și de alți utilizatori atunci se poate detecta utilizând următoarele metode:

- **ping** – un sistem care ascultă rețeaua răspunde greu la ping. Deci, cu comanda ping la nodurile susceptibile de ascultare se poate determina dacă sunt sau nu în ascultare.
- **ARP** – se transmit pachete non broadcast ARP către o anumită adresă. Dacă o altă mașină va răspunde la aceste pachete, atunci ea este în mod promiscuous.
- **DNS** – programele sniffer realizează automat cereri de tip DNS lookup pentru adresele IP pe care le văd în rețea. Deci nodurile care emit multe cereri DNS lookup funcționează în mod promiscuous.

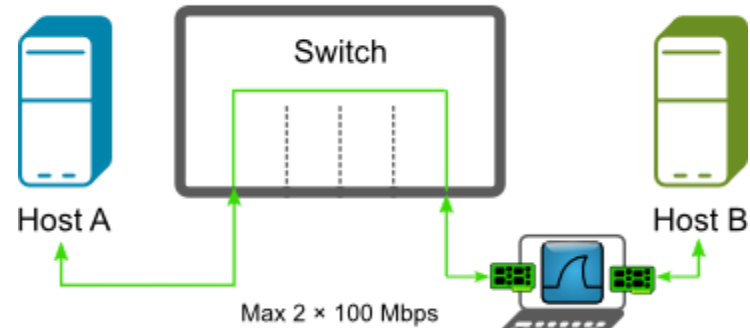
Configurarea fizică a rețelei pentru monitorizare



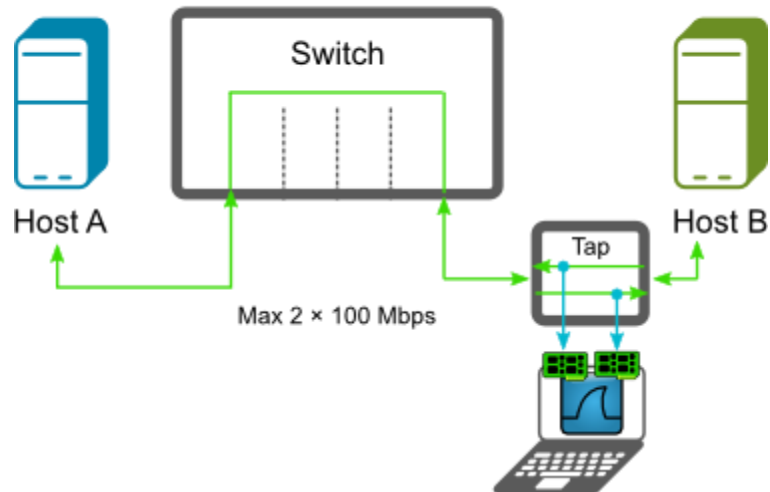
Switch + Monitor Port



Machine-in-the-middle



Switch + Tap



<https://wiki.wireshark.org/CaptureSetup/Ethernet>

Măsurarea vitezei de transfer a informațiilor

- În Task Manager se găsesc informații legate de rata de transfer, numită lățime de bandă (bandwidth). Unitatea de măsură este biți pe secundă (bps), kbps, mbps. $1024 \text{ bps} = 1 \text{ kbps} = 128 \text{ Bps}$
- Utilitarul **netio** se pornește pe două sisteme: pe un PC server cu comanda: **netio -s** iar pe celălalt PC cu comanda: **netio -t ip_server**. Se transmit apoi pachete de lungimi diferite și se măsoară performanța conexiunii, ratele de transfer.

NETIO - Network Throughput Benchmark, Version 1.23

TCP connection established.

Packet size 1k bytes: 10317 KByte/s Tx, 5506 KByte/s Rx.

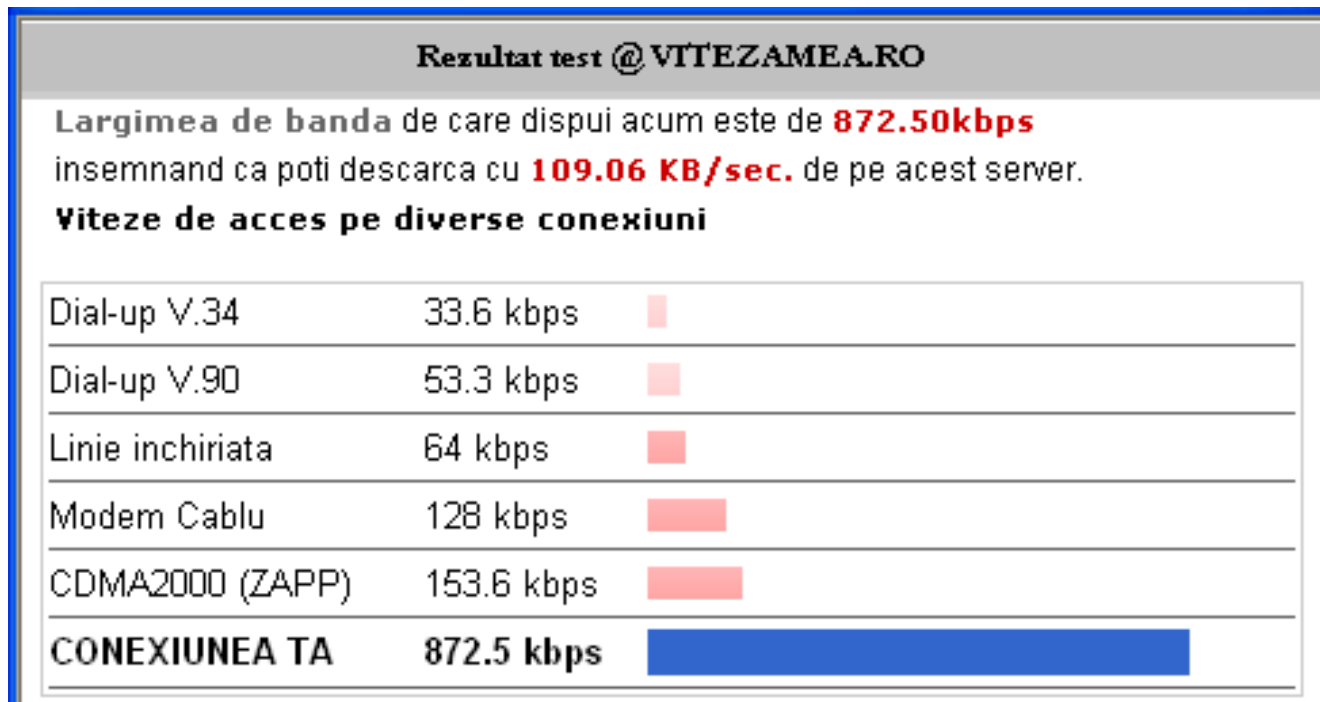
Packet size 2k bytes: 9557 KByte/s Tx, 7632 KByte/s Rx.

Packet size 4k bytes: 8611 KByte/s Tx, 4957 KByte/s Rx.

Packet size 8k bytes: 6816 KByte/s Tx, 8553 KByte/s Rx.

Măsurarea vitezei de transfer

- <http://www.testmy.net>
- <http://www.speedtest.net>
- <http://vitezamea.ro>



IEEE și 802

- IEEE are un grup de standardizare în domeniul ingineriei electrice
- Grupul pentru rețelele locale de calculatoare este 802

802.1	Arhitectura și principiile generale ale switchurilor
802.2	Controlul legăturii logice (Sunivelul LLC)
802.3	Ethernet
802.4	Token Bus
802.5	Token Ring
802.6	DQDB – Standardul de MAN
802.7	Tehnologii broadband
802.8	Tehnologii de comunicație peste fibra optică
802.9	Isocronus LAN
802.10	Rețele locale virtuale (VLAN)
802.11	Rețele fără fir (WLAN)
802.12	Mecanisme de priorități pentru rețele locale
802.13	Neassignat
802.14	Modemuri de cablu
802.15	Bluetooth
802.16	Rețele metropolitane fără fir (Broadband WMANs)

Evoluția standardelor Ethernet

Anul	Ethernet	Concurența
1983	802.3 – 1Mbps 802.3 – 10Mbps	802.5 – 4Mbps 802.5 – 16Mbps
1995	802.3u – 100Mbps	ATM – 155Mbps
1996		ATM – 622Mbps
1998	802.3z – 1GBps	
2003	802.3ae – 10GBps	
2009	40Gbps	

Bibliografie

- <http://www.internetworldstats.com/>
- <http://www.nethistory.info>
- <http://www.caida.org/>
- http://news.netcraft.com/archives/web_server_survey.html
- <http://www.swivel.com/>
- <http://en.wikipedia.org/>
- TCP/IP model (en.wikipedia.ro)
- Război bazat pe rețele (ro.wikipedia.org)